# Caminando hacia el futuro: tendencias metodológicas de los jóvenes investigadores.

Gabriel Lozano Reina Ana Isabel Ponce Gea
David Planes Muñoz

Este libro es resultado de las iniciativas llevadas a cabo por la Asociación de Jóvenes Investigadores de la Universidad de Murcia (AJIUM), impulsora y financiadora de esta obra.

Diseño de portada: David López Ruiz

Comité Editorial:

Gabriel Lozano Reina

Ana Isabel Ponce Gea

David Planes Muñoz

Begoña Candela Martínez

1.ª Edición, 2019

EDICIÓN NO VENAL

ISBN 978-84-09-09149-2

Para citar este libro en publicaciones use:

Lozano-Reina, G., Ponce, A.I., & Planes-Muñoz, D. (2019). Caminando hacia el futuro: Tendencias metodológicas de los jóvenes investigadores. Murcia: Editum.

El Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia, como editorial, conserva los derechos patrimoniales (copyright) de esta obra y permite la reutilización de la misma bajo la licencia de uso Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 España. Los contenidos de la obra se puede copiar, usar, difundir, transmitir y exponer públicamente, siempre que: i) se cite la autoría y la fuente original de su publicación (sitio web, editorial y URL de la obra); ii) no se usen para fines comerciales; iii) se mencione la existencia y especificaciones de esta licencia de uso.

© Universidad de Murcia, Servicio de Publicaciones, 2019

# Índice general

**Prólogo** xiii

**Nota al lector** xv

**I Tendencias educativas y psicológicas** 1

**1. Propuesta para investigar la historia, la política y la educación de la Transición: escolarización y secularización para el PSOE entre 1976 y 1982** 3

1.1. Fundamentación . . . . . 5

1.2. Marco teórico . . . . . 7

1.2.1. Política . . . . . 7

1.2.2. Política e ideología . . . . . 8

1.2.3. Política, ideología y educación . . . . . 9

1.3. Procedimiento metodológico . . . . . 10

1.3.1. Paradigma metodológico hermenéutico . . . . . 10

1.3.2. Temática: Iglesia y Estado, escolarización y secularización . . . . . 11

1.4. Contexto histórico . . . . . 13

1.4.1. Contexto histórico del periodo estudiado . . . . . 13

1.4.2. Contexto histórico actual . . . . . 15

1.5. Concreción en unos objetivos . . . . . 16

1.6. Referencias . . . . . 17

**2. La escuela rural en Murcia a inicios de la II República Española. Consideraciones generales para su estudio 21**

2.1. Introducción . . . . . 23

2.2. El espacio físico: ruralidad y territorio en Murcia durante los años 30 . . . . . 23

2.3. Situación de la educación y de la escuela en Murcia . . . . . 27

2.4. Tiempo histórico, fuentes e historia local . . . . . 30

2.5. Referencias . . . . . 33

**3. "Enséñame a quererme": escuela de padres 37**

3.1. Introducción . . . . . 39

3.2. Programación escuela de padres "enséñame a quererme" . . . 40

3.2.1. Fundamentación . . . . . 40

3.2.2. Destinatarios . . . . . 42

3.2.3. Objetivos de la Escuela de Padres . . . . . 42

3.2.4. Contenidos . . . . . 43

3.3. Metodología . . . . . 43

3.3.1. Sesiones . . . . . 45

3.3.2. Evaluación . . . . . 52

3.3.3. Temporalización . . . . . 53

3.4. Conclusiones . . . . . 53

3.5. Referencias . . . . . 54

**4. Análisis de las perspectivas de los docentes sobre la aplicación de dos actuaciones generales del Plan de Atención a la Diversidad 57**

4.1. Introducción . . . . . 59

4.2. Objetivos del estudio . . . . . 60

4.2.1. Objetivo general . . . . . 60

4.2.2. Objetivos específicos . . . . . 60

4.3. Marco Teórico . . . . . 60

4.3.1. La evolución de la atención a la diversidad . . . . . 60
4.3.2. El PAD . . . . . 62
4.3.3. Estructura del PAD . . . . . 63
4.4. Diseño . . . . . 63
4.5. Resultados . . . . . 64
4.6. Discusión y conclusiones . . . . . 69
4.7. Referencias . . . . . 71

**5. Violencia filioparental en menores de la Comunidad Andaluza: el síndrome del emperador 77**

5.1. Introducción . . . . . 79
5.2. Marco teórico . . . . . 81
5.3. Metodología . . . . . 82
5.4. Violencia filioparental . . . . . 84
5.4.1. Datos sobre la violencia filioparental . . . . . 85
5.5. Síndrome del emperador . . . . . 87
5.6. Resultados . . . . . 89
5.6.1. 1ª hipótesis . . . . . 89
5.6.2. 2ª hipótesis . . . . . 92
5.6.3. 3ª hipótesis . . . . . 93
5.6.4. 4ª hipótesis . . . . . 95
5.7. Conclusiones . . . . . 96
5.8. Referencias . . . . . 98

**II Tendencias literarias 103**

**6. De Ocaña a Costus: folclore popular, disidencia de género y camp en el arte de la Transición Española 105**

6.1. Introducción . . . . . 107
6.2. Del Kitsch franquista al camp cañi . . . . . 109

6.2.1. José Pérez Ocaña . . . . . 111
6.2.2. Costus . . . . . 115
6.3. Conclusiones . . . . . 118
6.4. Referencias . . . . . 119

**III Tendencias en ciencias económicas 121**

**7. Aplicación de las integrales de Feynman a la valoración de opciones financieras 123**
7.1. Introducción . . . . . 125
7.2. Nociones previas . . . . . 125
7.2.1. Formulación de Feynman de la mecánica cuántica . . . 130
7.3. Estudio teórico . . . . . 132
7.3.1. Integrales de camino en mecánica cuántica y su aplicación en finanzas. Similitudes. . . . . 132
7.3.2. Modelo de Black-Scholes para la valoración de opciones independientes del camino. . . . . 138
7.4. Resultados . . . . . 144
7.4.1. Aproximación numérica al modelo de Black-Scholes con integrales de camino . . . . . 144
7.4.2. Estudio de trayectorias más probables . . . . . 146
7.5. Conclusiones . . . . . 151
7.6. Referencias . . . . . 152

**8. Análisis de la efectividad de la política monetaria no convencional del BCE 155**
8.1. Introducción . . . . . 157
8.2. Revisión Empírica . . . . . 158
8.3. Metodología y datos . . . . . 160
8.4. Análisis empírico y discusión de resultados . . . . . 165
8.4.1. Consideraciones previas . . . . . 165

8.4.2. Resultados . . . . . 168
8.5. Conclusiones . . . . . 174
8.6. Referencias . . . . . 175

**IV Tendencias en ciencias de la salud 177**

**9. Análisis de supervivencia según edades de donantes en trasplantados de hígado por hepatocarcinoma. Desterrando viejos mitos 179**

9.1. Introducción . . . . . 181
9.2. Pacientes y métodos . . . . . 183
9.3. Resultados . . . . . 184
9.4. Discusión . . . . . 191
9.5. Agradecimientos . . . . . 192
9.6. Referencias . . . . . 192

**10. Estudio de salud bucodental en pacientes diabéticos: valoración de Saliactive® frente a placebo en la eficacia de la higiene oral 195**

10.1. Introducción . . . . . 197
10.2. Objetivos . . . . . 199
10.2.1. Objetivo General . . . . . 199
10.2.2. Objetivos Específicos . . . . . 199
10.3. Material y métodos . . . . . 199
10.3.1. Material . . . . . 199
10.3.2. Método . . . . . 200
10.3.3. Método de análisis estadístico . . . . . 205
10.4. Resultados . . . . . 205
10.4.1. Valorar cantidad y tipo de lesiones que presentan pacientes diabéticos . . . . . 207

10.4.2. Valorar prácticas de cepillado tras la primera visita del estudio . . . . . 208

10.4.3. Valorar índice de placa O'Learly tras la utilización de SALIACTIVE en comparación con PLACEBO . . . . . 210

10.4.4. Valorar la mejora de la calidad de vida oral (OHIP-14) tras la utilización de SALIACTIVE. . . . . 211

10.4.5. Valorar xerostomía tras la utilización de SALIACTIVE 212

10.4.6. Valorar síntomas subjetivos inespecíficos de SBA y LPO tras utilización de SALIACTIVE® . . . . . 214

10.4.7. Comprobar la influencia del número de fármacos en la mejora o no de los síntomas . . . . . 214

10.4.8. Evaluación subjetiva de pasta dental por el paciente. . 216

10.5. Discusion . . . . . 216

10.6. Conclusiones . . . . . 220

10.7. Referencias . . . . . 220

**11. Comparativa nutricional de harinas no tradicionales aplicadas en pastelería 223**

11.1. Introducción . . . . . 225

11.1.1. Harinas de origen vegetal y forma de obtención . . . . 225

11.1.2. Harinas de origen animal . . . . . 227

11.2. Objetivo . . . . . 228

11.3. Material y métodos . . . . . 228

11.3.1. Reactivos . . . . . 228

11.3.2. Métodos de determinación de proteínas, grasas, humedad, cenizas y minerales . . . . . 229

11.3.3. Prueba sensorial preferencia de galletas . . . . . 234

11.4. Resultado y discusión . . . . . 235

11.4.1. Resultado prueba sensorial . . . . . 242

11.5. Conclusiones . . . . . 244

11.6. Referencias . . . . . 244

**V Tendencias en química, física, biología y ciencias de la tierra 247**

**12. Estudio del ciclo de vida de las poblaciones de anfibios en dos cuerpos de agua de interés para la conservación 249**

12.1. Introducción . . . . . 251

12.2. Material y métodos . . . . . 252

12.3. Resultados . . . . . 256

12.3.1. Variables descriptoras de la fisicoquímica . . . . . 256

12.3.2. Variables descriptoras de la comunidad y ciclos de vida 258

12.4. Discusión . . . . . 264

12.5. Referencias . . . . . 267

**13. Cuantificación de los impactos del cambio climático sobre las patologías relacionadas con la contaminación atmosférica en europa. Modelización enfocada a los casos y costes 271**

13.1. Introducción . . . . . 273

13.2. Metodología . . . . . 275

13.2.1. Estudio epidemiológico para la situación actual climática 275

13.2.2. Simulaciones químico/climáticas regionales . . . . . 276

13.2.3. Impactos de la calidad del aire presente y futuro sobre las patologías . . . . . 277

13.3. Resultados y discusión . . . . . 278

13.3.1. Estudio estadístico epidemiológico para la situación presente . . . . . 278

13.3.2. Estudio de los escenarios presente y futuro para las patologías y costes relacionados con la contaminación atmosférica. . . . . 280

13.4. Conclusiones . . . . . 287

13.5. Referencias . . . . . 289

**14. Sellado del suelo en las cuencas de las ramblas de "El Chorrico" y "Los Calderones" (Molina de Segura) 293**

14.1. Introducción . . . . . 295
14.2. Antecedentes históricos . . . . . 297
14.3. Metodología . . . . . 298
14.4. Área de estudio . . . . . 300
14.4.1. Características generales . . . . . 300
14.4.2. Situación y características de las cuencas . . . . . 302
14.4.3. Características de las precipitaciones . . . . . 302
14.5. Resultados . . . . . 303
14.6. Conclusiones . . . . . 311
14.7. Referencias y webgrafía . . . . . 314

**15. Papel de la acetilación de lisinas sobre la proteína CaiC del operón *caiTABCDE* involucrado en la ruta de biotransformación de la L-carnitina en *Escherichia coli* 317**

15.1. Introducción . . . . . 319
15.2. Materiales y métodos . . . . . 322
15.2.1. Cepas, medios de cultivo y vectores de expresión . . . . 322
15.2.2. Obtención de los mutantes CaiC K510Q y K510R por mutagénesis de sitio dirigido . . . . . 322
15.2.3. Extracción y purificación de la proteína CaiC . . . . . 323
15.2.4. Electroforesis desnaturalizante y nativa con geles de poliacrilamida . . . . . 325
15.2.5. Reacciones de acetilación y deacetilación de CaiC . . . 325
15.2.6. Cromatografía de permeación en gel . . . . . 326
15.2.7. Ensayos de actividad L-carnitinil-CoA sintetasa . . . . 326
15.2.8. Comprobación del estado de acetilación mediante Western Blot y Cromatografía Líquida-Espectrometría de Masas en tándem (LC-MS) . . . . . 327
15.2.9. Modelado in silico de la estructura terciaria y estado de agregación de la proteína CaiC . . . . . 327
15.2.10. Análisis estadístico de los datos . . . . . 328
15.3. Resultados y discusión . . . . . 328

15.3.1. Comprobación de la acetilación y deacetilación *in vitro* de CaiC . . . . . 328

15.3.2. Efecto de la acetilación y deacetilación *in vitro* sobre la actividad L-carnitinil-CoA sintetasa de CaiC . . . . 330

15.3.3. Estado de agregación de la proteína CaiC . . . . . 330

15.3.4. Efecto de la mutación de la K510 en la proteína CaiC . 332

15.4. Conclusiones . . . . . 334

15.5. Referencias . . . . . 335

# Prólogo

El conocimiento no sabe de disciplinas; es, por naturaleza, indisciplinado. Por ello es tan necesaria la exploración inter y transdisciplinar; indagar en las fronteras entre disciplinas, rebuscar en los intersticios, echar abajo muros artificialmente construidos. Ciertamente no es una tarea sencilla; pero merece la pena intentarlo porque es precisamente en esas fronteras donde los conceptos, las ideas y los conocimientos se articulan y se reconfiguran a fin de hacer más comprensible una realidad compleja. La especialización ha sido útil hasta ahora en la generación de conocimiento específico y lo seguirá siendo en tanto nos dediquemos a resolver problemas simples. Pero los problemas complejos como la economía, el lenguaje, el funcionamiento de la mente, las emociones, la educación o la sociedad, entre muchos otros, requerirán de nuevas estrategias que permitan abordar su estudio de manera más holística y menos reduccionista. Es necesario complementar los planteamientos tradicionales con nuevos enfoques y nuevas metodologías que nos permitan poner en relación los conocimientos de las diferentes disciplinas. Sólo así será posible abordar cuestiones particularmente complejas.

Los artículos que componen este monográfico combinan formalismos de mecánica cuántica con temas de economía, o cuestiones de contaminación atmosférica con el cambio climático y la salud humana, o buscan compatibilizar la diversidad y la integración con la calidad educativa. Muchos de los problemas aquí planteados no pueden ser abordados desde una única disciplina y es por lo tanto necesaria la convergencia de diversas metodologías y conocimientos. Las páginas que siguen a continuación nos muestran un mundo altamente interconectado en el que, por ejemplo, el arte no está disociado de la política y las transformaciones sociales constituyen un ámbito de convergencia de lo estético, lo social y lo político. Como si de una pintura

impresionista se tratase, las fronteras entre disciplinas se van difuminando para mostrarnos una realidad más sutil y diversa.

Hace unos años, la revista Nature presentaba un «retrato» del investigador inter o transdisciplinar que consistía, básicamente, en personas del ámbito académico, de más de cincuenta años y con una carrera profesional ya consolidada. Me resulta gratamente sorprendente que este monográfico esté impulsado por jóvenes investigadores que apuestan por una manera alternativa de generar conocimiento y que muestran también una particular sensibilidad por el cruce entre disciplinas. Sin duda que todo esto insuflará nuevos aires en el panorama investigador actual y permitirá comenzar a pensar en una nueva generación de investigadores más abiertos, más atentos y más sensibles a una realidad cada vez más compleja.

Gustavo Ariel Schwartz
San Sebastián, 22 de mayo de 2018

# Nota al lector

El valor del libro que tiene entre las manos ha de entenderse más desde su historia que desde su resultado. Y su historia debe comprenderse, ciertamente, desde la mirada hacia su futuro.

La Asociación de Jóvenes Investigadores de la Universidad de Murcia (AJIUM) nace en 2011 para representar al colectivo investigador, especialmente a aquellos investigadores que se encuentran en los primeros pasos de la larga carrera investigadora o a quienes, a pesar de los años invertidos, continúan en una situación de inestabilidad muy propia del sistema universitario de nuestros días.

Desde esta óptica, se ha trabajado durante siete años, en los que la información, la representación y la reivindicación se establecen como principios básicos.

El encuentro entre investigadores de distintas ramas de conocimiento, la creación del sentido de colectividad y el intercambio de saberes son regalos compartidos entre sus socias y sus socios, con un carácter aperturista hacia todos los jóvenes científicos que encuentran en la investigación su pasión y se comprometen con la sociedad de sus tiempos.

La apuesta por todos ellos se traduce hoy en este libro, donde no están todos los que son, pero sí son todos los que están. Y lo que son no es otra cosa que estudiantes de Máster y doctorandos, personas interesadas en el descubrimiento y la creación. Personas que quieren hacer del mundo algo más bueno. Personas que cuentan con nuevas ideas. Personas que se encuentran Caminando hacia el futuro. Personas a las que necesitamos y que, de unirse, podrían poner todo patas arriba para reconstruir algo más bello, desde la verdadera esencia de la interdisciplinariedad.

Difundir y dar a conocer lo que hacen a la sociedad a la que nos debemos resultaba casi una obligación. Precisamente, por nuestra historia. Porque en el futuro que viene se reflejará lo que somos y hemos sido.

Los editores

# Parte I

# Tendencias educativas y psicológicas

# Capítulo 1

# Propuesta para investigar la historia, la política y la educación de la Transición: escolarización y secularización para el PSOE entre 1976 y 1982

# Propuesta para investigar la historia, la política y la educación de la Transición: escolarización y secularización para el PSOE entre 1976 y 1982

Javier González Moreno
Departamento de Teoría e Historia de la Educación
Universidad de Murcia
javier.gonzalez4@um.es

**Resumen:** En este trabajo reflexionaremos sobre cómo investigar historia, política y educación en la Transición, una de las mayores reformas educativas de España y una de las menos estudiadas en Historia de la Educación. En primer lugar, analizaremos la idoneidad de investigarla mediante el análisis de la actuación del Partido Socialista Obrero Español (PSOE), uno de los principales actores del proceso. Seguidamente, estableceremos un marco teórico apropiado. En tercer lugar, reflexionaremos sobre el paradigma hermenéutico para estudiar la escolarización y la secularización durante la Transición de forma contextualizada en una historia total. En cuarto lugar, haremos algunas consideraciones referidas al conflictivo contexto del periodo estudiado y al contexto actual, en medio de las conmemoraciones oficiales del 40º aniversario de uno de los hitos de la Transición, es decir, de la Constitución de 1978. Finalmente, estableceremos unos objetivos factibles para abordar esta investigación tan necesaria para comprender nuestra historia y nuestro presente.

**Palabras clave:** Historia, educación, secularización, Transición, PSOE.

## 1.1. Fundamentación

Recientemente se ha producido en la historiografía la expansión de lo político como punto de confluencia de la mayor parte de las actividades y síntesis de los demás componentes del sistema social (Fernández Soria, 2006). Esto nos permite superar el rechazo a la idea de relacionar política y educación, que había provocado que sus relaciones no hubieran sido estudiadas sistemáticamente hasta hace muy pocos años, a pesar de que el sistema educativo es una institución social de innegable importancia para los poderes públicos (de Puelles, 2004).

En educación, la historia de la política y de la legislación educativa ha superado ya el rechazo producido en la década de 1980 por sus obsoletos enfoques y orientación. Influida por la nueva historia política, la historia cultural de lo político y la historia de la cultura política, desde finales de la década de 1990, ha vivido una renovación que le ha permitido "sobrepasar un estadio de análisis centrado en los aspectos puramente normativos para avanzar hacia un análisis contextualizado de la acción política relacionada con la educación y concretada en instrumentos legales" (Tiana, 2005, p.121).

La llegada al poder del PSOE en 1982 es considerada por muchos historiadores como la culminación de la Transición (Juliá, 1999). Para aquel momento gran parte de las normas y procedimientos para el acceso y el manejo del poder dentro del nuevo "régimen político" (Arnoletto, 2007) ya habían sido definidos.

Así ocurrió en gran medida en educación, la cual constituye un importante dispositivo para la construcción de regímenes políticos, como han puesto de manifiesto las investigaciones más recientes sobre la construcción de los Estados-nación (Tiana, 2005). La Constitución de 1978 estableció las bases de lo posible en política educativa y la Sentencia del Tribunal Constitucional 5/1981, de 13 de febrero, restringió sus márgenes. Todo ello marcaría el desarrollo del artículo 27 de Educación de la Constitución Española de 1978 en leyes orgánicas aceptadas por todos los actores políticos que permitieran superar los problemas de nuestro sistema educativo, ya que, en aquel momento, el sistema educativo español estaba atrasado, era insuficiente y arrastraba un conflicto secular entre la red pública y la red privada (Fernández Soria, 2002; de Puelles, 1991; Viñao, 2004).

Se trataba, en fin, de un gran proceso de "reforma" del sistema educativo, es decir, de "una alteración fundamental de las políticas educativas nacionales" (Pedró y Puig, 1998, p.44) con cambios en el gobierno y la administración del sistema escolar y de los centros educativos; y en la financiación del sistema

escolar, especialmente en la distribución entre recursos públicos y privados. Como todas las grandes reformas, la reforma educativa de la Transición –de la cual la Constitución es uno de sus hitos, pero ni mucho menos el único– estaba estrechamente interrelacionada con acontecimientos concurrentes en los reinos cultural, social, económico y político, ya que "las reformas educativas no son sino parte de las reformas sociales más amplias que acompañan a los procesos de cambio social y es precisamente y sólo en su marco donde pueden llegar a ser comprendidas" (Pedró y Puig, 1998, p.50).

El PSOE participó activa y decisivamente en este proceso, con importantes virajes en sus concepciones de lo posible y lo deseable, que deberían ser estudiados para comprender estos años. Ciertamente, y como advierte Viñao (2016, pp.29-30), no existe un objeto de estudio que, contemplado desde una perspectiva determinada, nos proporcione una visión total del mismo. Conscientes de esta circunstancia, y sin caer en un relativismo absoluto, hemos de ser conscientes de que dicha perspectiva es la que "crea el panorama y organiza la realidad" y que "sólo podemos aprehender parte de ella si queremos darle un sentido".

Es necesario analizar la ideología política educativa global del PSOE entre los años 1976 y 1982, puesto que no hay una visión integral de la misma, si bien existen actualmente diversas investigaciones puntuales o parciales que proporcionarán una cimentación firme desde la que desarrollaremos dicha investigación: estudios sobre la ideología general del partido (Gillespie, 1991; Andrade, 2015), estudios sobre aspectos concretos de sus políticas en educación (Escudero, 2002; Fernández Mellizo-Soto, 2003), entrevistas con los protagonistas (Iglesias, 2003; Varela, 2007) y análisis de los propios protagonistas (Gómez Llorente y Mayoral, 1981; Maravall, 1984; Pérez Galán, 2001).

Esta investigación constituirá un estudio sobre uno de los grandes silencios temáticos y temporales en la Historia de la Educación de nuestro país, es decir, sobre la Transición (Fernández Soria, 2005) a través de la historia de uno de sus principales actores. Nos permitirá comprender cuál es el espíritu, el sentido, la velocidad, la dirección, la trayectoria de las instituciones educativas de nuestro país para tener claro que su situación es un resultado provisional y que podemos actuar sobre ellas (Durkheim, 1982; citado por Viñao, 1997). Esta será, por tanto, una investigación necesaria para entender nuestro propio momento histórico y tomar decisiones respecto al futuro, ya que las consecuencias de todos estos hechos son aún visibles en la actualidad y constituyen la causa de muchos de los fenómenos que vivimos actualmente en la educación.

En este sentido, Escolano (1997) señala que la educación existe en todas

las sociedades y constituye un hecho parcelario que forma parte de los sistemas sociales en los que se genera y de los que funcionalmente depende. Por tanto, siguiendo a Escolano (1997), nuestra investigación, contextualizada en el marco de una historia total y efectuada con sus mismas herramientas historiográficas, contribuirá a enriquecer el campo perceptivo y relacional de la investigación histórica general, así como a comprender el periodo histórico en su conjunto.

## 1.2. Marco teórico

Realizamos aquí una apuesta por las nociones de *política, ideología* y *educación* para historiar un periodo clave de nuestra historia educativa.

### 1.2.1. Política

*Política* es un concepto polisémico. Nosotros, siguiendo a Vallès (2004), consideramos *política* como la práctica o actividad colectiva que los miembros de una comunidad –en este caso, el PSOE desde en la Transición– llevan a cabo con la finalidad de regular conflictos entre grupos –en este caso, en el terreno de la educación–. El resultado es la adopción de decisiones que obligan a los miembros de la comunidad –en este caso, a España–.

Destacamos que, a pesar de que los políticos se suelen presentar como solucionadores de dichos conflictos, sólo son sus gestores, ya que es muy difícil conseguir una satisfacción universal. Esto ocurre especialmente en el campo de la educación –escenario de "guerras escolares" que reflejaban el choque de cosmovisiones totalmente diferentes dentro de nuestra sociedad– y, más particularmente, en la época a la que se circunscribirá esta investigación –periodo en el que se debía asentar un nuevo régimen político, el Régimen de la Constitución de 1978, marcado en su nacimiento por el miedo a la desintegración social–.

Un mero análisis de las políticas educativas no nos informaría de las razones de su existencia ni permitiría averiguar si han de ser modificadas. Sería una foto estática de un fenómeno que queda mejor representado en movimiento, es decir, con su historicidad (de Puelles, 2004). Examinaremos *política* como proceso, como fenómeno dinámico informado por comportamientos, motivaciones y formas de intervención (Vallès, 2004) –cercano, por tanto, al término anglosajón de *politics*–, enmarcado en un contexto para determinar lo que el PSOE decidió hacer o no hacer (Dye, 1992) en educación.

Asimismo, trabajaremos con nociones marcadas por el conflicto como *poder, institución, valores, comunidad* y *legitimidad.*

### 1.2.2. Política e ideología

Realizamos aquí una apuesta por la noción de *ideología*, a pesar de sus problemas.

El primer problema es el de su polisemia. No sintetizaremos las diversas definiciones que existen, pues perderíamos matices, ni elegiremos una, pues renunciaríamos también a matices. Evitando las incongruencias que suelen acompañar a los eclecticismos, usaremos lo que haya de útil en cada una de ellas (Andrade, 2015).

El segundo problema es el del contexto. La investigación se enmarcará en un contexto de conflicto ideológico –derrota del comunismo, auge del neoliberalismo y transformación de la socialdemocracia– que, paradójicamente, pretendió decretar el "fin de la historia" y, por tanto, el fin de todo conflicto. Asimismo, el PSOE actuó en un periodo en el que se asentaba un régimen basado en el consenso entendido como, no como acuerdo universal, sino como renuncia a plantear conflicto, lo cual puede esconder que haya concepciones de lo deseable forzadas a ser imposibles. En este sentido, reconstruiremos el significado de los conceptos en el lenguaje de las fuentes para poder comprender la realidad desde sus propios parámetros (Fernández y Fuentes, 2004; citado por Andrade, 2015).

Si la política se mueve entre lo que se decide hacer o no hacer, para nosotros la ideología se mueve entre otras dos categorías conflictivas: lo deseable y lo posible. Se trata de dos categorías conflictivas entre sí –cuál domina, cuál debe dominar– y cada una de ellas en su seno –qué es deseable y qué no, qué es posible y qué no–. Sin caer en el "giro lingüístico" que considera que el discurso es la manifestación auténtica (incluso con sus implicaturas) de la ideología, ni en considerar la ideología como un pasionalismo freudiano, examinaremos la racionalización, la sistematización, la ordenación, la justificación, la exaltación, la vivencia, la concepción, la conceptualización, la represión, el repudio, el olvido, la ridiculización y la ocultación de lo posible y lo deseable cuando el PSOE decidió qué hacer o no hacer en educación durante la Transición.

### 1.2.3. Política, ideología y educación

Si bien como *educación* podría estudiarse el cuerpo a cuerpo entre cada profesor y sus alumnos en el aula o la micropolítica del centro docente –campos de investigación denominados la "caja negra" de la Historia de la Educación por la escasa atención que se les había prestado hasta hace poco tiempo–, nosotros estudiaremos *educación* entendiéndola como aquello que afecta al conjunto del sistema educativo, es decir, como servicio público de educación –del que el Estado es un actor, quizás el principal– en el que los conflictos entre los actores tienen cauces políticos.

En educación, se decida hacer algo o no hacerlo, en última instancia todo depende del tiempo. Y el tiempo no se puede controlar, encauzar o acumular. Así, la educación se ordena en función de lo que también inspira el miedo a la muerte y la conciencia misma de que existimos, de aquello que ha conformado todas las ideologías desde que el Cronos griego puso orden en el Caos. Por tanto, la política educativa es inseparable de la ideología porque cualquier sistematización de lo que se pretenda hacer –o no hacer– en educación se enfrenta también al miedo a verla morir y a la conciencia de su existencia, es decir, se termina convirtiendo en un cronos poniendo orden en un caos, lo que resulta en una ordenación de lo posible y lo deseable.

Puesto que en educación en última instancia todo depende del tiempo, se decida hacer algo o no hacerlo, no hay resultados inmediatos. Por tanto, la educación obliga a hacer planes, obliga a esperar para verlos cumplidos, obliga a largas marchas por el desierto en pos de una incierta Tierra Prometida. Para emprender esa marcha, y para que otros se unan o la esperen, dichos planes necesitan inspirar seguridad. Es ahí donde entra la ideología, ordenando mediante símbolos y valores lo posible y lo deseable. Por tanto, el estudio de la política educativa no se puede concebir como el estudio aséptico del grado de efectividad de una gestión explicitada, sino como un proceso conflictivo.

En educación, puesto que en última instancia todo depende del tiempo y no hay resultados inmediatos, se decida hacer algo o no hacerlo, se deduce que se decide hacer algo o no hacerlo sobre algo que existe larga y ampliamente. En tanto que los resultados en educación dependen del tiempo, estos hunden sus raíces en el pasado y se han ido difundiendo en distinto grado y matiz por un territorio. Es decir, en educación hay una historicidad en todo conflicto. Esto fuerza a tomar modelos lejanos en el tiempo o en el espacio, modelos no tangibles para la mayoría de los actores y, sobre todo, de los afectados, lo que hace necesaria una apelación constante a lo deseable y lo posible.

Así, el sistema educativo es un agente de socialización política que permite ejercer el poder territorialmente –de hecho, cada escuela ocupa un espacio y constituye un punto de referencia– e incrementarlo en el tiempo –cada escuela tiene efectos en su área a lo largo del tiempo–. Por tanto, hemos de considerar la política educativa como una "política de eco", es decir, que busca efectos futuros en el mismo espacio en el que se aplica en el presente. Para ello, según Vallès (2004), se pueden disponer recursos de coacción (es obligatoria en algunos niveles), simbólicos (explica el mundo) y materiales (proporciona protección y conocimiento). El estudio de las políticas públicas ha avanzado mucho sobre las posibilidades de uso y efectividad de dichos recursos, pero la Política de la Educación tiene mucho que decir sobre las razones que motivan su elección.

La relación entre política, ideología y educación ha sido investigada por numerosos autores. Althusser, Gramsci, Durkheim, Bourdieu, Bernstein, etc. han puesto de manifiesto cómo la educación permite transformar –decidir hacer algo o no hacerlo– y controlar –determinar lo posible y lo deseable– la sociedad. Conforme la sociedad evoluciona y avanza, la educación va asumiendo nuevas funciones y se carga así de ambivalencias y ambigüedades (de Puelles, 2004). A pesar de esta dinamicidad, existe la sensación de que la educación siempre ha sido como en el momento presente. La Política de la Educación es una ciencia todavía en formación, pero es imprescindible para conocer un aspecto fundamental de nuestra sociedad como es la educación y nuestra sociedad en sí.

## 1.3. Procedimiento metodológico

### 1.3.1. Paradigma metodológico hermenéutico

Por su adecuación con los objetivos de estudio planteados, el presente proyecto se sitúa en el paradigma hermenéutico, lo cual presenta unas implicaciones (Viñao, 1997; de Puelles, 2004). La primera es que, en política, ideología y educación hay conflictos, así como una historicidad en cada conflicto. En segundo lugar, la función del historiador de la educación es captar lo significativo y relevante de los hechos, acontecimientos, estructuras, procesos, sincronías y diacronías y elegir, desechar y seleccionar desde un presente y un lugar determinados. Y, por último, el cometido de la historia de la educación es componer un discurso que cree y asigne significados y sentidos que amplíen y reordenen significativamente la memoria y el olvido.

Por tanto, en esta investigación aplicaremos conceptos clave de la historia a la reflexión teórica, ya que su no consideración mutilaría el objeto de estudio de la historia de la política educativa (Viñao, 1997):

- En cuanto a la dimensión temporal: genealogía, evolución, proceso, continuidad y cambio.
- En cuanto a la dimensión organizativa o estructural: diversidad y complejidad, oposición y contradicción, articulación y conexión, causación e interacción.
- En cuanto a la dimensión metodológica: perspectiva móvil y comparación.

La investigación se enmarcará en un contexto nacional en el que se trataba de dar una solución pacífica a una serie de conflictos ideológicos de largo recorrido (de Puelles, 1991; Gillespie, 1991; Andrade, 2015). Por tanto, tomaremos como principio fundamental que la política educativa de cualquier partido político no es un ente aislado sino que se encuentra enmarcada en la dinamicidad del sistema político que la produce. Así evitaremos la ficción de estabilidad que producen las burocracias –como un partido– y sus productos –como un programa electoral o una resolución política–.

La metodología será, por tanto, fundamentalmente cualitativa y comparativa, interpretativa y descriptiva. No obstante, siguiendo a Nóvoa (2015), no nos dejaremos encerrar en esquemas metodológicos rígidos, en ortodoxias, ya que sin transgresión no hay descubrimiento, no hay creación, no hay ciencia. Siguiendo a Escolano (1997), aspiramos a una síntesis global de los diferentes niveles –concretamente, mentalidades y ordenamiento político– y manifestaciones –en este caso, educación– en que se articulan los sistemas sociales con el objetivo de desarrollar una investigación interactiva que potencie las capacidades de una historia sectorial como la nuestra, la Historia de la Educación.

### 1.3.2. Temática: Iglesia y Estado, escolarización y secularización

Un estudio sistemático de política, ideología y educación durante la Transición reclama algunas consideraciones. Por una parte, la historiografía ha vivido un cambio de paradigma por el que se investiga al Estado contemporáneo, ausente en la historiografía española, como hacedor de nación, de

modernidad o fomentador de derechos. Por otra, la historia reciente ha demostrado la inexactitud de la apreciación de que lo religioso había salido casi por completo del campo político (Fernández Soria, 2006).

La reforma educativa que se desarrolló durante la Transición fue uno de los momentos de nuestra Historia en que manifestaron simultáneamente los debates sobre la expansión de la escolarización obligatoria y la secularización de la educación (Mayordomo, 2002). La escolarización obligatoria cumple diversas funciones –entre las más importantes, insertar a los sujetos en un proyecto de sociedad y contribuir al crecimiento económico–. Asimismo, es un producto histórico fruto de grandes luchas y de la intervención del Estado (Gimeno, 2000; Puelles, 1993).

La expansión de la escolaridad obligatoria y su configuración como derecho han supuesto procesos de secularización, es decir, de transferencia al Estado de actividades y funciones que hasta entonces venía desempeñando la Iglesia, lo que supone un reajuste de las respectivas esferas de competencia de los poderes civil y eclesiástico (Redondo, 1997). Preferimos el término *secularización* en lugar de *laicismo* y *Estado laicista* (valoración negativa de las creencias religiosas) o *laicidad* y *Estado laico* (valoración neutral de esas creencias). En cualquier caso, en este proceso de secularización viene incluida la desconfesionalización del Estado, es decir, su separación de elementos extraños de origen eclesiástico y la desaparición de una religión oficial (Llamazares, 2011).

En este campo, la Teoría de Swaan ha arrojado luz sobre las relaciones entre Iglesia y Estado en educación a lo largo de la historia. En aquellos países o momentos en que las Iglesias pensaron que podían retener el monopolio o la supremacía en educación, estas desarrollaron una estrategia maximalista de control de la educación, posicionándose contra la libertad de enseñanza. Sin embargo, en aquellos países y momentos en que las Iglesias no consiguieron recabar el apoyo del Estado, estas desarrollaron una estrategia minimalista, predicando la subsidiariedad del Estado frente a la iniciativa privada, es decir, posicionándose en defensa de la libertad de enseñanza (de Puelles, 2002).

En consecuencia, respecto a la temática, plantearemos un contraste o confrontación entre dos temas básicos: la extensión de la escolaridad y el concepto de calidad, por un lado, y las relaciones Iglesia-Estado en educación, por otro, que puede resultar clarificador, pues por lo general suelen tratarse por separado. Trataremos más cuestiones de planteamiento de políticas que de ejecución de las mismas; aunque tendremos en cuenta la percepción de la realidad que sirvió de motivación de las políticas socialistas y sobre la que teorizaron sus propuestas, considerando también la retroalimentación

entre la propia acción del PSOE y la realidad que la motivaba, por lo que estudiaremos colateralmente la evolución de los programas y la actuación.

Respecto a los niveles educativos, nos centraremos en los obligatorios. No obstante, tendremos en cuenta los vínculos con otros niveles que ayuden a interpretar los niveles obligatorios en el conjunto del sistema educativo, ya que, por ejemplo, la modificación de la Educación Infantil repercute en lo que se espera que sea la Primaria, así como la Secundaria no se puede entender sin el nivel Bachillerato-Selectividad.

Para las fuentes, establecemos un mínimo basado en las resoluciones del partido (XXVII Congreso, Congreso Extraordinario, XXIX Congreso, los programas electorales (Elecciones Generales de junio de 1977, Elecciones Generales de marzo de 1979, Elecciones Generales de octubre de 1982), los debates parlamentarios (Constitución de 1978, propuesta de Ley de Consejos Escolares del PSOE, LOECE), la legislación y la jurisprudencia (Sentencia del Tribunal Constitucional de 13 de febrero de 1981), las obras de los propios artífices (Jornadas Pedagógicas del Grupo Federal de Educación del PSOE) y las publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia (MEC); sin perjuicio de la posibilidad de consultar otras fuentes primarias que permitan enriquecer otros planos (Pactos de la Moncloa, entrevistas en *El País* o *Cuadernos de Pedagogía*, artículos en *El Socialista*). Asimismo, no evitaremos los escarceos a la hora de buscar diferentes apreciaciones, como, por ejemplo, de personajes que no formaban parte del aparato del partido.

## 1.4. Contexto histórico

### 1.4.1. Contexto histórico del periodo estudiado

> Nuestro estudio se enmarcará dentro de un proceso histórico conocido como Transición, respecto al cual debe huirse de toda interpretación mecanicista, monocasual o determinista, al igual que debe rechazarse toda pretensión de que la Transición fue una obra de ingeniería política o de gabinete. (...) La Transición se hizo día a día. (...) No se ha insistido bastante en el carácter evolutivo y gradual del proceso (de Puelles, 2009, pp.393-394).

La Transición es el momento de instauración y consolidación de un nuevo régimen político, lo cual demandó establecer un programa inicial con un orden de prioridades que le proporcionara legitimidad, eficacia y efectividad,

de forma que generara lealtades entre los actores políticos respecto al proceso y asimismo evitara deslealtades (Linz, 1993). En general, supuso un proyecto de modernización basado en tres pilares: una democracia representativa y una organización territorial del Estado relativamente descentralizada; un gran pacto social que mantuviera unos niveles relativos de bienestar; y la integración en Europa para disfrutar de sus posibilidades de desarrollo y progreso (Andrade, 2015). En educación, este programa inicial tendría que ordenar las prioridades de los actores de la Transición, como el PSOE y la Iglesia, que en principio eran opuestos en asuntos como la secularización del sistema educativo o su extensión. En este campo, como en tantos otros, el nuevo poder político debía concretar los fines deseados y el orden jurídico con el que dirigir España hacia ellos (Bobbio, 2009).

Durante este proceso, el PSOE modificó profundamente su ideología –siendo el ejemplo paradigmático su abandono del marxismo en su Congreso Extraordinario de 1979–, incluyendo su ideología en política de la educación, especialmente en sus políticas educativas sobre escolarización y secularización. Para explicar estos procesos de cambio, es necesario huir de "explicaciones elitistas y moralizantes basadas en las supuestas virtudes o traiciones de los dirigentes de la izquierda", así como evitar una explicación de la Transición como "resultado del desarrollo mecánico de una lógica estructural precedente que dejaba poco margen de maniobra a los agentes políticos" (Andrade, 2015, pp.18-19).

Estos procesos de cambio habrán de enmarcarse también en un contexto interno del PSOE. En el XXVI Congreso de Suresnes de 1974, Felipe González fue elegido Secretario General. El "grupo de los sevillanos" inició una renovación de un partido que consideraban anquilosado –un "PSOE de la Guerra Civil y el exilio"– para convertirlo en "un partido nacional, y no sólo de clase" –como había declarado Felipe González ya en 1972 (Televisión Española [TVE], 1984)–, adaptado a las nuevas condiciones socioeconómicas del país provocadas por el desarrollismo de la década de 1960 (Gillespie, 1991), especialmente ante la aparición de unas clases medias a las que la nueva dirección atribuía un esperanzador dinamismo (Andrade, 2015).

Respecto a la perspectiva que la nueva dirección socialista tenía del proceso general de la Transición, para 1975 ya había decidido que era poco probable que la transición española a la democracia se produjera mediante una ruptura clara y se apostaba por una ruptura pactada (Gillespie, 1991). El PSOE se movía en una intencionada indeterminación entre, por una parte, un verbo radical que transmitía firmeza en los principios y en la búsqueda de las metas últimas, y, por otra parte, una práctica discontinua con esos

principios que le permitía aparecer como un actor realista, atento a conquistar aquello que en cada momento permitía la cambiante relación de fuerzas (Juliá, 1997).

### 1.4.2. Contexto histórico actual

En general, nos guiaremos por las tareas que Viñao (2005) atribuye a nuestra disciplina, la Historia de la Educación. En primer lugar, descubriremos y mostraremos la presencia del pasado en los debates, cuestiones y problemas educativos de nuestro tiempo; es decir, no sólo haremos la genealogía del presente, sino también desvelaremos los usos incorrectos del pasado, y sobre todo las apropiaciones, mitificaciones y manipulaciones. En segundo lugar, seremos una llama que ilumine, y no una que llene de humo la habitación, es decir, arrojaremos luz sobre el presente, ayudando a entenderlo y a situarnos en el mismo. En tercer lugar, haremos público de modos diferentes, en función de las audiencias, el pasado, su actividad y su existencia, como testigos de nuestro tiempo que dan testimonio e imaginan el futuro ayudando a construirlo. Y, por último, perfeccionaremos, como grupo profesional, nuestros instrumentos de análisis y estudio.

Sin embargo, la Historia, como hemos comentado, por más que se haga sobre el pasado, se hace desde el presente. En este caso nos disponemos a realizar una investigación sobre un proceso –el de la construcción del régimen político salido de la Transición en su vertiente de la educación– del que se cumple ya el cuadragésimo aniversario de uno de sus hitos –que no el único–, es decir, de la Constitución de 1978. Es de suponer que esta investigación se verá inmersa en un torrente de conmemoraciones oficiales y líneas de investigación apoyadas especialmente desde los poderes, tendentes prioritariamente a legitimar y a justificar, por más que no dejarán de aportar materiales de los que el rigor científico de algunos historiadores sacará buen provecho. Conviene en fechas tan señaladas recordar que las reformas educativas –y tal es la Constitución de 1978 en particular y la Transición en general– son "expresiones privilegiadas de proyectos políticos y uno de sus principales instrumentos" y que toda reforma educativa es "en todo o en parte, una expresión de un conflicto de intereses" (Pedró y Puig, 1998, p.39 y p.54).

En este sentido, según Viñao (2005), la tarea del historiar de la educación es, por una parte, estar presente en dichas actuaciones oficiales. Por otra, ha de rehuir esas visiones parciales, amables, entre hagiográficas y edulcoradas del pasado, a veces interesadas o manipuladas, y, además, ha de contribuir

desde la profesionalidad a su desmitificación y al desvelamiento de las manipulaciones. El historiador de la educación ha de de construir los discursos y versiones oficiales del pasado, comparándolos con la realidad. Es por tanto, una tarea que no se realiza desde cero, sino desde el análisis y la crítica de las interpretaciones oficiales del pasado, de forma dialógica. Para ello, según Fernández Soria (2005, p.235), la Historia de la Educación ha de asumir "un decidido papel liberador y concienciador", lo cual sólo podrá hacer mediante un doble rechazo. Por una parte, rehusando una historia adoctrinadora, ya que "adoctrina quien está llamado a legitimar y quien legitima viene obligado a olvidar mucho, y el olvido, ya se sabe, impide la comprensión de uno mismo y estorba su propia liberación". Y, por otra, impugnando cualquier tutela interesada, "sea cual sea su orientación ideológica y su procedencia, ya privada o pública". Se trata, en fin, de que, en este momento y siempre, la potencial guía y la confianza que se pueda depositar en la Historia de la Educación aumentarán cuanto más públicos y abiertos sean nuestros debates.

Por tanto, como decíamos, si la reforma educativa de la Transición es una expresión de un conflicto de intereses, cada uno de sus hitos –y ahora sí, el que más, la Constitución de 1978– es una cierta plasmación de una relación de fuerzas en un momento determinado, si bien de una relación de fuerzas dinámica e inercial, en la cual los cambios se producían dentro del espíritu, el sentido, la velocidad, la dirección y la trayectoria que habían venido siguiendo las instituciones educativas de nuestro país. Frente a intentos de conceptualizar la Transición o la Constitución de 1978 como algo universal, eterno o perfectivo hemos de trabajar con una visión de estos fenómenos como algo único, provisional y contingente.

En conclusión, nuestra tarea no es ofrecer recetas, sino hacer pensar y reflexionar. En este caso, hacer pensar la educación de un modo a la vez genealógico y crítico, en torno a una serie de temas relevantes cuyo estudio ofrece un indudable interés en el presente (Viñao, 2005)

## 1.5. Concreción en unos objetivos

Por todo ello, en esta investigación estudiaremos qué decidió hacer o no hacer el PSOE respecto al sistema educativo español en las materias de escolarización y secularización entre 1976 y 1982 en función de lo que consideró en cada momento como posible y deseable. Para ello, estableceremos unos objetivos:

1. Analizar qué decidió hacer o no hacer el PSOE en función de lo que

consideró como lo deseable y lo posible para superar el atraso histórico de España en educación:

   *a*) Analizar su concepción de la calidad de la educación en los niveles obligatorios: criterios para establecer los modelos, formas de verificarla, elementos que la condicionan, estrategias para mejorarla.
   *b*) Analizar sus decisiones para la extensión de la educación obligatoria: medidas para garantizar la gratuidad, concepción del derecho a la educación, evolución de las relaciones extensión-calidad.

2. Analizar qué decidió hacer o no hacer el PSOE en función de lo que consideró como lo deseable y lo posible para superar el conflicto histórico entre Iglesia y Estado en educación.

   *a*) Analizar sus planteamientos sobre la secularización en la educación obligatoria: derecho a la educación religiosa de las familias.
   *b*) Analizar sus propuestas para la relación entre escuela pública y escuela privada en los niveles obligatorios: derecho a la elección de centro, funciones de cada una de las redes, actores, financiación, control.

Respecto a la planificación temporal, en una primera fase revisaremos las fuentes primarias y la literatura científica al respecto, junto con un programa de entrevistas con protagonistas. En una segunda fase, analizaremos globalmente discursos, legislación, entrevistas y textos para componer un discurso que cree y asigne significados y sentidos. Finalmente, analizaremos lo significativo y relevante para redactar las conclusiones y difundir los resultados.

## 1.6. Referencias

Andrade, J. (2015). El PCE y el PSOE en (la) transición. Madrid, España: Siglo XXI España.

Arnoletto, E. J. (2007). Régimen político. Glosario de Conceptos Políticos Usuales [versión electrónica]. Málaga, España: EUMEDNET, http://www.eumed.net/dices/listado.php?dic=3

Bobbio, N. (2009). Teoría general de la política. Madrid, España: Trotta.

De Puelles, M. (1991). Educación e ideología en la España contemporánea. Barcelona, España: Labor.

De Puelles, M. (1993). Estado y Educación en el desarrollo histórico de las sociedades europeas. Revista Iberoamericana de Educación, 1. Recuperado de https://rieoei.org/historico/oeivirt/rie01a02.htm

De Puelles, M. (1999). Política de la Educación: viejos y nuevos campos de conocimientos. Revista de Ciencias de la Educación, 178-179, 187-206.

De Puelles, M. (2002). Estado y educación: una relación histórica. En A. Ruiz (Coord.), La escuela pública. El papel del Estado en la educación (pp. 18-48). Madrid, España: Escuela Julián Besteiro UGT y Biblioteca Nueva.

De Puelles, M. (2004). Elementos de política de la educación. Madrid, España: UNED.

De Puelles, M. (2006). Problemas actuales de política educativa. Madrid, España: Morata.

De Puelles, M. (2009). Modernidad, republicanismo y democracia: una historia de la educación en España (1898-2008). Valencia, España: Tirant lo Blanch.

Durkheim, E. (1982). Historia de la educación y de las doctrinas pedagógicas en Francia. Madrid, España: La Piqueta.

Dye, T. R. (1992). Understanding Public Policy. Nueva Jersey, Estados Unidos: Prentice-Hall.

Escolano, A. (1997). La historiografía educativa. Tendencias generales. En A. Viñao y de N. Gabriel (Coords.), La investigación histórico-educativa: tendencias actuales (pp. 51-84). Barcelona, España: Ronsel.

Escudero, J. M. (2002). La reforma de la reforma. ¿Qué calidad?, ¿para quiénes? Barcelona, España: Ariel.

Fernández Mellizo-Soto, M. (2003). Igualdad de oportunidades educativas. La experiencia socialdemócrata española y francesa. Maçanet de la Selva (Gerona), España: Pomares.

Fernández Sebastián, J. y Fuentes, J. F. (2004). A manera de introducción. Historia, lenguaje y política. Ayer, 53, 11-26.

Fernández Soria, J. M. (2002). Estado y educación en la España contemporánea. Madrid, España: Síntesis.

Fernández Soria, J. M. (2005). La Historia de la Educación ante la segunda Ilustración. En M. Ferraz (Ed.), Repensar la historia de la educación. Nuevos desafíos, nuevas propuestas (pp. 191-238). Madrid, España: Biblioteca Nueva.

Fernández Soria, J. M. (2006). La nueva historia política de la educación.

Historia de la educación: Revista interuniversitaria, 25, 71-103.

García Santemases, A. y de la Rocha Rubí, M. (2013). Luis Gómez Llorente: educación pública y socialismo. Madrid, España: Catarata.

Gillespie, R. (1991). Historia del Partido Socialista Obrero Español. Madrid, España: Alianza Universidad.

Gimeno, J. (2000). La educación obligatoria: su sentido educativo y social. Madrid, España: Morata.

Gómez Llorente, L. y Mayoral, V. (1981). La escuela pública comunitaria. Barcelona, España: Laia.

Iglesias, M. A. (2003). La memoria recuperada: lo que nunca han contado Felipe González y los dirigentes socialistas. Madrid, España: Aguilar.

Juliá, S. (1999). Un siglo de España. Política y sociedad. Madrid, España: Marcial Pons.

Kohli, A.; Evans, P.; Katzenstein, P. J.; Przeworski, A.; Hoeber Rudolph, S.; Scott, J. C. y Skocpol, T. (1996). The role of the theory in comparative politics: A symposium. World Politics, 48(1), 1-49.

Linz, J. J. (1993). La quiebra de las democracias. Madrid, España: Alianza Universidad.

Llamazares, D. (2001). Proceso de secularización y relaciones concordatarias. En O. Celador (Coord.), Estado y religión: proceso de secularización y laicidad, homenaje a don Fernando de los Ríos (pp. 229-262). Madrid, España: Universidad Carlos III y Boletín Oficial del Estado.

Maravall, J. M. (1984). La reforma de la enseñanza. Barcelona, España: Laia.

Mayordomo, A. (2002). La transición a la democracia: educación y desarrollo político. Historia de la educación: Revista interuniversitaria, 21, 19-47.

Nóvoa, A. (2015). Carta a un joven historiador de la educación. Historia y Memoria de la Educación, 1, 23-58.

Pedró, F. y Puig, I. (1999). Las reformas educativas. Una perspectiva política y comparada. Barcelona, España: Paidós Ibérica.

Pérez Galán, M. (2001). La LODE. Intrahistoria de una ley. Toledo, España: Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.

Redondo, E. (1997). Alcance y límites del concepto de secularización docente. En J. Vergara (Ed.), Estudios sobre la secularización docente en España (pp. 21-36). Madrid, España: UNED.

Tiana, A. (2005). La Historia de la Educación en la actualidad: viejos y nuevos campos de estudio. En M. Ferraz (Ed.), Repensar la historia de la educación. Nuevos desafíos, nuevas propuestas (pp. 105-145). Madrid, España: Biblioteca Nueva.

TVE (Productor). (1984). Informe Semanal: Suresnes, 10 años después [Internet]. De http://www.rtve.es/alacarta/videos/informe-semanal/informe-semanal-1984-suresnes-10-anos-despues/1311489/

Vallès, J. M. (2004). Ciencia Política. Una introducción. Barcelona, España: Ariel.

Varela, J. (2007). Las reformas educativas a debate (1982-2006). Madrid, España: Morata.

Viñao, A. (1997). De la importancia y utilidad de la historia de la educación. En A. Viñao y N. de Gabriel (Coords.), La investigación histórico-educativa: tendencias actuales (pp. 15-50). Barcelona, España: Ronsel.

Viñao, A. (2002). Sistemas educativos, culturas escolares y reformas. Madrid, España: Morata.

Viñao, A. (2004). Escuela para todos. Educación y modernidad en la España del siglo XX. Madrid, España: Marcial Pons.

Viñao, A. (2005). La Historia de la Educación ante el siglo XXI: tensiones, retos y audiencias. En M. Ferraz (Ed.), Repensar la historia de la educación. Nuevos desafíos, nuevas propuestas (pp. 147-165). Madrid, España: Biblioteca Nueva.

Viñao, A. (2016). La Historia de la Educación como disciplina y campo de investigación: viejas y nuevas cuestiones. Espacio, Tiempo y Educación, 3(1), 21-42.

# Capítulo 2

# La escuela rural en Murcia a inicios de la II República Española. Consideraciones generales para su estudio

# La escuela rural en Murcia a inicios de la II República Española. Consideraciones generales para su estudio

Carmen M. Cerdá Mondéjar
Departamento de Teoría e Historia de la Educación
Universidad de Murcia
cmcm@um.es

**Resumen:** La investigación que se presenta plantea el estudio de la escuela ubicada en áreas rurales en la Región de Murcia durante los primeros años del siglo XX. Se pretende mostrar un reflejo de la realidad hallada por los políticos republicanos tras el triunfo electoral y la constitución del nuevo gobierno el 14 de abril de 1931. En este sentido, se presta especial atención a la definición del espacio físico murciano y a las características que lo configuran como un territorio con marcados rasgos de ruralidad en las fechas en las que se inserta el trabajo. Así, la consideración del contexto es clave para entender el estado de la educación y los rasgos de las escuelas que en dicho espacio se ubican. El trabajo pretende ser punto de partida para la reconstrucción histórica de un período de la historia educativa reciente que aún no ha sido abordado para el caso de Murcia.

**Palabras clave:** Escuela rural, Murcia, II República, Historia, Educación.

## 2.1. Introducción

Tras el triunfo en las elecciones del 12 de abril de 1931, los políticos republicanos claros defensores de un Estado educador, no fueron ajenos al peso de la España rural. Con ánimo de iniciar una política distinta a la de la anterior etapa monárquica, emprendieron toda una serie de reformas que dados los condicionamientos de medios y tiempo, pueden considerarse significativas en cuanto a proporciones e importancia. Rodolfo Llopis, director general de Primera Enseñanza durante el primer bienio republicano, hablará de "sacudir la modorra de esa España rural. Había que conquistarla para la República. Nosotros íbamos a intentar esa conquista con la escuela nacional" (Llopis, 1933; citado en Fernández Soria y Agulló Díaz, 2004, p. 12). En este sentido, fueron varias las resoluciones políticas adoptadas por el gobierno republicano, sobre todo en sus primeros años, encaminadas a un proceso de remodelación del país que contemplaba básica la estructura de la educación. En este trabajo se plantea de modo general el estado de la sociedad y de la escuela ubicada en áreas de campo en la provincia de Murcia durante la primera mitad del siglo XX como punto de partida para entender los rasgos de ruralidad reflejados en el territorio y, por consiguiente, en las aulas. A continuación, se define y justifica el marco cronológico del estudio, al tiempo que se aborda de forma somera la metodología y fuentes relativas a la investigación que permitirán determinar, tras un análisis profundo cuyas líneas aquí se esbozan bajo el título de consideraciones generales,la hipótesis del estudio: de qué forma la política reformista republicana cambió o en qué medida alteró, si lo hizo, las estructuras de las sociedades tradicionales adecuándolas al proceso modernizador planteado desde sus inicios y cuyos orígenes se remontan tiempo atrás.[1]

## 2.2. El espacio físico: ruralidad y territorio en Murcia durante los años 30

En 1930, la Región de Murcia contaba con una cifra de población de 651.979 habitantes de derecho repartidos de forma desigual y con evidentes contrastes entre sus nueve partidos judiciales. Únicamente en el término municipal de

[1] El cambio de siglo marcado por la difusión de las ideas regeneracionistas y las proclamas de reforma que abogaban por la educación, la cultura, la ciencia y la tecnología, constituye el caldo de cultivo favorable sobre el que se sustentarán los inicios de la renovación educativa durante los primeros 30 años del siglo XX, y sin los cuales "no se explica el advenimiento de la II República" (Viñao, 2004, p. 20).

Murcia se concentraban 159.825 habitantes, a diferencia de zonas que distan poco más de 30 km de la ciudad como Albudeite, Campos del Río o Ulea, que no superaban los 1.950 habitantes[2] (Fondo documental del INE, Censos, p.189-190). Al igual que el resto de España y sobre todo de la España sur, la Región presentaba a inicios del siglo XX un fuerte predominio de la actividad agrícola con un 76,8 % de la población empleada en el sector primario[3]; era por definición una sociedad dedicada al trabajo de la tierra y a la explotación de los recursos naturales. En nuestro caso, más allá de la importancia manifiesta de la capital y su entorno, existía una clara disparidad entre huerta, campo y ciudad. Contraste, apuntado por Ayala, que debe entenderse en términos urbanísticos y de dotación de servicios[4] y no tanto en cuestiones culturales y de mentalidades donde las diferencias no serán tan claras. La capital de Murcia se presenta como una ciudad que crecerá a expensas de la agricultura y sus recursos (Ayala, 1978) pero que, aun para los años 30, aparecía muy acotada y limitada por el inmediato dominio de la huerta. "La ciudad más huertana de España"[5], "difícil señalar dónde empieza la ciudad y dónde acaba la huerta, pues hay varios términos intermedios entre lo propiamente urbano y lo agrícola o rural", apuntará Caro Baroja (1950/1984, p.14). "La huerta más urbana de Europa" (1974, p.540), la llamaría más tarde el geógrafo Isidoro Reverte Salinas, reflejando de forma clara el crecimiento urbano de la ciudad devorando las tierras dedicadas al cultivo.

Partiendo de estas consideraciones, que manifiestan de forma clara una sociedad muy vinculada a la tierra para los primeros años de siglo, apunta J.A.

[2]Si comparamos estas cifras con las de otras regiones de España a las que se refiere por ejemplo A. Ballesteros al decir que 2.969 pueblos con menos de 500 almas se cuentan en España (1922, p.251), la Región de Murcia presenta ciertamente y de modo general, unas cifras altas en cuanto a densidad de población pero esto se explica fácilmente por el reducido tamaño de la provincia en comparación con otras, que supone que sus habitantes se concentren en torno a las áreas municipales, salvando las excepciones de los residentes en diseminado y del caso de municipios como Lorca donde la mayoría de su población se localizaba en su extenso término territorial.

[3]Además, cabe incidir en el hecho de que una parte importante de dicho porcentaje estaba representado por niños en edad escolar pues el trabajo infantil en el campo, tanto en la familia como fuera de la misma, es una constante en las áreas rurales durante los primeros años de siglo. En el caso de las niñas, su ocupación principal será también desde edades muy tempranas, el servicio doméstico.

[4]Para el agricultor murciano que vivía y trabajaba en las zonas de la huerta, la visión de la ciudad dominada por la torre de la catedral con 98 metros totales de altura (segunda más alta de España tras la Giralda), y sus alrededores, donde se ubicaban los principales edificios murcianos, representaría en su cosmovisión el eje de modernidad y progreso en contraste con las elementales edificaciones de la huerta y los escasos servicios que había. Igualmente ocurría para los residentes en el campo, más alejado aún de la ciudad.

[5]Expresión popularizada por Miguel de Unamuno.

Ayala que "la vida del agricultor (murciano) fue hasta bien entrado el siglo XX muy inferior en posibilidades- educación, servicios, etc.- a la del habitante de la ciudad" (1978, p.16) aun a pesar de que, dada la extensión reducida de la provincia, en comparación con otras, no existen grandes distancias entre los diversos municipios, aunque sí muchas limitaciones en cuanto, por ejemplo, a las cuestiones educativas y de servicios básicos tales como electricidad, transporte...

Comúnmente, la consideración de un territorio como rural ha venido dada por una densidad de población baja, por la preeminencia de la actividad agraria, por la estrecha relación entre los habitantes y el medio natural que los rodea "y que determina su propia identidad, actividad económica, fiestas, materiales y formas de construcción" (Sancho y Reinoso, 2012, p.601) y por los vínculos personales y el sentido de pertenencia a la comunidad, con sus debidos matices, que se establecen entre sus habitantes. Características estas que, si bien han sufrido trascendentes cambios y mutaciones en los últimos años, aún hoy se perciben en muchos territorios de la Región de Murcia a la hora de definir su entorno rural[6] y, por supuesto, como abordamos en este estudio, son bien aplicables al caso murciano para los años treinta del pasado siglo.

En este panorama descrito, al abordar un estudio sobre la escuela rural en Murcia durante los años treinta, se requiere de forma necesaria un análisis previo sobre el sentido y el significado de lo rural y de la escuela inserta en dicho contexto. En nuestro caso, aun considerando las diferencias entre huerta, campo y ciudad, al tratar de la escuela y sus concretas características como eje central en torno al cual gira este estudio, se entiende la escuela rural

[6]En la actualidad, el Observatorio de Desarrollo Rural, Local y de Empleo de la Región de Murcia considera que existe un grave desconocimiento del medio rural regional causado "por una falta de comunicación entre medio rural y medio urbano y también por la escasa información que se proporciona a los técnicos e instituciones sobre la realidad de las dinámicas existentes en esos territorios y sus verdaderos problemas". Como criterios que definen las zonas rurales de la Región, el Observatorio apunta unas señas de identidad propias que podrían aplicarse de forma general a la práctica totalidad de los territorios definidos como rurales; dichas señas se resumen en: escasa participación ciudadana, especialmente de las mujeres e índice de asociacionismo muy limitado; predominancia de la agricultura y ganadería tradicional, no intensivas, caracterizadas por la reducida especialización y por la sustitución creciente de las variedades autóctonas; concentración de servicios en las poblaciones de mayor tamaño, provocando un efecto de atracción de población y un despoblamiento de las pedanías y las entidades locales menores; reducido nivel formativo de sus habitantes; accesibilidad algo limitada a los principales núcleos de actividad económica de la Región, etc. Informe: Claves del medio rural. Información extraída y adaptada de la página web del Observatorio de Desarrollo Rural, Local y de Empleo de la Región de Murcia. http://www.um.es/observalocal.

como la escuela local situada independientemente en áreas de huerta y campo, donde la diferencia fundamental tiene que ver con la naturaleza de las tierras, y no tanto con cuestiones de índole cultural inherentes al campo educativo. De este modo, al contextualizar el estudio y considerar el componente rural de la Región de Murcia ateniéndonos a cuestiones culturales, pero también naturales y económicas, se debe atender al enorme peso que ha tenido, y aún tiene, la agricultura.

Pérez Picazo anota que la Región de Murcia "se orienta a la vía agrícola prácticamente a la vez que se inician en otros lugares las premisas de la revolución industrial. Entre 1650 y 1950 Murcia atraviesa la fase rural de su historia" (1984, p. 413) y seguirá siendo predominantemente rural hasta bien avanzado el siglo XX. Esta afirmación, secundada en las palabras de Hobsbawm abajo escritas, presenta un marcado y claro contraste con las economías de mercado industriales del centro y norte de Europa, y refleja claramente la preeminencia de la cuestión agrícola, en todas sus vertientes, para el caso murciano durante buena parte del siglo pasado y, por supuesto, durante los años que abarca este estudio:

> Al fin y al cabo, los habitantes de Nueva York de mediados de los años treinta ya podían contemplar un rascacielos, el Empire State Building (1934)... Pasó bastante tiempo antes de que la gente se diese cuenta de la transformación del crecimiento económico cuantitativo en un conjunto de alteraciones cualitativas de la vida humana (...) Pero para la mayor parte del planeta los cambios fueron tan repentinos como cataclísmicos. Para el 80 por 100 de la humanidad la Edad Media se terminó de pronto en los años cincuenta; o, tal vez mejor, sintió que se había terminado en los años sesenta (Hobsbawm, 1994, p. 291).

En cuestión educativa, Luis Bello en su *Viaje por las escuelas de España* al referir de Murcia, anotará brevemente: "Caravaca (municipio murciano ubicado al Noroeste) da la cifra de población analfabeta más alta de su provincia: 79,73 (en cuanto a porcentaje). Algún Ayuntamiento serrano, y sobre todo algunos caseríos, aldeas y cortijadas, la elevarán mucho más" (1929, p.198). Palabras de Bello que reflejaban parte de la realidad hallada por los nuevos gobernantes y que adelantan la cuestión educativa tratada en las líneas siguientes.

## 2.3. Situación de la educación y de la escuela en Murcia

El campo, extenso y poblado, contaba con pocas y humildes escuelas. Estas además tenían muy mala fama por los escasos alumnos que asistían, debido sobre todo a la necesidad de trabajar y ayudar en el hogar; en las Actas de los Consejos Locales creadas por el nuevo gobierno de la República, son constantes las preocupaciones expresadas cuando en tiempos de recogida de cosechas, las aulas quedaban casi vacías, de igual modo se cuentan escasos los alumnos que, tras superar los 12 años, continuaban sus estudios. Para el año de 1932, de un total de 909 escuelas computadas oficialmente en la Región de Murcia, de niñas y niños, entre unitarias, mixtas, graduadas y de beneficencia, asistidas por 850 maestros, se manejan cifras de una población escolar entre 6 y 12 años de 135.545 niños y niñas de los cuales 59.952 estarían matriculados en escuelas y sólo 38.391 asistirán de media a las aulas. Si consideramos las cifras de los colegios pertenecientes a órdenes y congregaciones religiosas, constituyen un total de 260 en la provincia de Murcia, con unas cifras de matrícula de 5.926 en las que la matrícula de niñas duplica a la de niños (INEbase Historia. Fondo Documental. Anuarios estadísticos. Anuario 1932-1933). Cifras que reflejan una situación educativa en Murcia caracterizada por la falta de escuelas y maestros y que es similar a la de otras provincias de España.

Junto a la referida cuestión del trabajo infantil palpable en las aulas rurales, también se debe anotar cierto desapego hacia la cuestión educativa, ya que en los documentos de archivo y prensa de la época hay referencias constantes a niños que vagabundean por las calles y a la desatención del habitante del campo hacia los asuntos de la escuela. Dichas observaciones atañen a la gran parte de la España rural; de este modo, firmaba J.M. Salaverría hacia 1923 en ABC "Hoy la mezquindad de miras tiene empequeñecidos a estos valles y estas montañas de la prolongada matriz. El horizonte físico es limitado en estas angosturas; también el horizonte espiritual se ha achicado. Regionalismo, localismo, separatismo, vida estrecha y egoísta que quiere vivir para adentro" (citado en García, E. 1923, p.289). En la misma línea, consideraba J. Junquera "no tiene nuestro pueblo la preparación necesaria para poder comprender el inmenso valor de la escuela. Se ve despreciada incluso por las autoridades locales" (1925, p.424). Dirá Alpera "la ignorancia de la gente del campo y de la costa y las rudas condiciones en que se ha desarrollado su vida, han modelado toscamente su carácter. Su incultura (ha hecho a estos hombres) groseros y brutales" (1911, p.110). Esta situación, en palabras

de Ballesteros, se debe a la desatención de la escuela rural por parte de la legislación y de los poderes públicos "el resultado de esta obra negativa es la profunda desorganización que reina en la enseñanza, el mísero ambiente cultural de nuestros pueblos y la indiferencia de las gentes por los problemas más hondos de la Escuela, porque lógicamente la desatención y el olvido de los que mandan se traduce en indiferencia, en despreocupación de los que han de obedecer" (1922, p.248). Sobre estas palabras de Alpera y Ballesteros, conocedores de la realidad escolar de su tiempo y cuyos escritos denotan gran interés y preocupación por las aulas rurales y en extensión por las comunidades, se refleja el testimonio de Juan, un campesino de Calasparra (se refiere aquí a su padre y compañeros, hacia los años de 1910), recogido por J. Frigolé[7] "eso era en aquellos hombres lo que pensaban, no pensaban en nada, en nada, por falta de escuela, por falta de... Oscuridad que había en aquellos tiempos tan atrasados (...) Es que los hombres no discurrían nada, nada, nada..." (1998, p.61); más adelante anota "la mayoría de los agricultores somos calabazas de esas que llevan los pescadores para echar a los peces" (p.109), palabras que evidencian una situación social a las que se sumaba un profundo pesimismo vital derivado de las duras condiciones de vida del trabajador del campo a principios de siglo: "a veces decía uno: ¿pa qué me parió mi madre y no me hubiera ahogado antes de nacer? ¿por qué no me hubiera ahogado mi madre y no esa pena que tenemos los pobres?... siempre maldiciendo... y era por la vida tan amargada..." (p.153).

Desconocimiento de la realidad rural que también es señalado en una interesante conferencia pronunciada por Leopoldo Torres Balbás, el 20 de febrero de 1933, sobre los edificios escolares de la España Rural. Torres Balbás, tras reafirmar su experiencia en la dirección de algunas construcciones escolares, se manifiesta como conocedor de la realidad del pueblo, de sus recursos, de sus medios de vida y de su ambiente frente a "infinidad de gentes que pasan su vida entera en las ciudades, ignorantes por completo de esa otra España rural, tan distinta" (1933, p.58). España rural, que la República tras el triunfo electoral de 1931, debía ganarse y "conquistar" a través de la escuela, en palabras de Rodolfo Llopis, director general de primera enseñanza en el primer gobierno republicano (Fernández Soria y Agulló Díaz, 2004, p.11).

También mala fama de las escuelas por los escasos y a veces nulos recur-

[7]Joan Frigolé en su libro *Un hombre*, presenta la historia de vida de Juan P.M., un trabajador nacido en Calasparra. Se abarcan los años iniciales desde 1900 hasta los años 60. El relato permite aproximarnos a partir de su experiencia vital a la realidad de la vida en el campo durante los años que comprende nuestro estudio. Así su testimonio manifiesta en primera persona la situación social y cultural de la vida en el campo, el régimen de trabajo, el trabajo infantil y otros muchos aspectos que tratamos a lo largo de este estudio.

sos disponibles para el desempeño educativo. En las memorias de algunos maestros se cuentan que en algunos casos debían llevar su propia silla a la escuela para poder sentarse. En una entrevista a Carmen Conde, durante su etapa como maestra rural en la pedanía de El Retén, próxima a Cartagena, explicaba: "la escuela no tenía nada. Antonio tomó nota de lo que había, pero no había absolutamente nada; así que nosotros comprábamos las cosas y las llevábamos allí" (Revista *Escuela Española*, A.P.C.C.A.O. Archivo Patronato Carmen Conde- Antonio Oliver). De igual modo, mala reputación de las aulas por el mal estado de los locales habilitados como escuelas; la mayoría en edificios reutilizados con un uso distinto al de escuela y con nulas condiciones higiénicas que serán denunciadas por los maestros a través de escritos a los Consejos Locales de Primera Enseñanza. A tal efecto, el 28 de julio de 1932, el presidente del Consejo Local de Primera Enseñanza de San Javier enviaría carta al alcalde recordándole las reparaciones necesarias en los locales escuela de la circunscripción y que tenían que ver con reparación de tejados, reposición de cristales, blanqueo de paredes, puertas y ventanas, suministro de aguas... (A.M.S.J. Archivo Municipal San Javier, Creación, reforma, traslado y cierre de centros escolares). Otros asuntos dan cuenta de las nulas condiciones higiénicas de los locales pues, en el caso del campo de Lorca, se solicitará petición de clausura de la escuela de Felí ante la muerte por tuberculosis de dos maestros y la ineficaz desinfección del local (A.H.M.L. Archivo Histórico Municipal de Lorca, Actas del Consejo Local de Primera Enseñanza, Acta nº 2, 20-Octubre-1932).

En cuanto a los maestros, a cuyo cargo se encomendaban las escuelas, se hacían notar unos sueldos ínfimos, sin medios de formación y sin posibilidades de promoción que venían determinadas por la propia ley, pues la Moyano de 1857 (vigente hasta la publicación de la Ley General de Educación, LGE, de 1970) prohibía a los maestros ascender de la escuela incompleta a la completa.[8] "Heraldos de la cultura", los llamará Alpera sobre los que políticos de todos los partidos lanzan insultos y les llaman "ignorantes, rutinarios, perezosos..." (Martí Alpera, 1911, p. 26- 27).

Así se entienden las constantes alusiones en la prensa de la época citadas arriba, al desinterés del campesino en la educación, al que se juzgaba de rudo y de poco inclinado a cuestiones culturales. Estas referencias incluso provocarán que se asimile paisaje natural y carácter social, pues es indiscutible que el territorio marca de una u otra manera las formas de ser y de vivir de las gentes que lo habitan.

[8]Se definen como incompletas las escuelas que no cuentan con todos los grados de enseñanza, a diferencia de las graduadas o completas.

## 2.4. Tiempo histórico, fuentes e historia local

En cuanto al marco cronológico escogido, esto es, la etapa que cubre los inicios del gobierno de la II República en España, viene determinado por la necesidad de realizar un estudio de tipo histórico que nos permita en una investigación más profunda cuyo punto de partida se sintetiza aquí, determinar a partir de la información extraída, hasta qué punto el intento reformador de la política republicana en el plano educativo quedó plasmado en la Región de Murcia y si dichas políticas de reforma modificaron o en qué medida alteraron, la estructura educativa de las sociedades rurales adecuándolas al proceso secularizador que la República planteó desde sus inicios y que son consideradas fruto de un proceso reformador en la educación iniciado tiempo antes.

Para el caso de estudio que presentamos, se consideran las repercusiones a nivel local que para la escuela rural pudo tener la política reformista republicana en cuanto a nuevas aportaciones pedagógicas. Es, a pequeña escala, donde se observa de forma más clara el impacto real de las decisiones políticas y ello permite tener una visión más cercana de cómo los intentos renovadores republicanos se dejarían sentir en las escuelas.

Con todo lo dicho, el trabajo pretende contribuir a la reconstrucción histórica de un período de la historia educativa reciente que ha sido escasamente abordado para el caso de Murcia. Esta cuestión permite ya plantear un primer punto de partida que es la falta de trabajos en el área de estudio elegida sobre educación durante los años que abarca el gobierno republicano; además, esta cuestión de carencia de estudios se agudiza para el caso de las aulas rurales. Añadido a esta falta de estudios, se halla el complejo problema de las fuentes. En muchos casos, aun cuando se conservan, los documentos custodiados en los archivos se utilizaron para hacer pasta de papel, o fueron reutilizados. Tal era así que en nuestro caso de estudio, el Gobernador Civil dictó Orden en el Boletín Oficial de la Provincia de 15 de febrero1938 de no utilizar los fondos de los Archivos Históricos para hacer pasta de papel u otros menesteres.

Debemos incidir también en el fraccionamiento de los datos consultados hasta la fecha, pues en la mayoría de archivos los documentos presentan lagunas que impiden aportar cifras claras y seriadas sobre listas anuales de niños escolarizados, alfabetización, inventarios de materiales, memorias de maestros... sí existen más referencias a las cuestiones relacionadas con estado de los locales, construcciones escolares (peticiones de vecinos y expedientes de creación de escuelas, correspondencia escolar), registros de escuelas y nombramientos y cese de maestros así como la cuestión de las depuraciones (1936-1939) y

expedientes de incidencias de maestros (1937) que serán analizados en posteriores investigaciones.

Junto al trabajo de archivo y complementario al mismo, es pertinente una profunda revisión y estudio de la normativa emanada desde el gobierno. Otras fuentes que sirven a esta investigación son los discursos, proyectos e informes sobre los que se sustentan los cambios en la estructura educativa; prensa local, provincial y nacional, Boletines Oficiales sobre educación. Fuentes coetáneas al período estudiado como la *Revista de Pedagogía*, la *Revista Trabajadores de la Enseñanza*, *El Magisterio español*, *Boletín de la ILE, Escuela Moderna, Revista de Escuelas Normales* (durante los años en que fueron publicadas) y autores contemporáneos a las citadas publicaciones que en sus escritos expresan su preocupación por las aulas rurales, caso de Martí Alpera, Antonio Ballesteros, García Morente, Herminio Almendros, Antonia Lorenzo, etc. También fuentes literarias, audiovisuales e iconográficas cuyas letras e imágenes ofrezcan un reflejo del período de estudio, así como restos de cultura material que aporten indicios sobre el trabajo. Durante la Guerra Civil Española, para el caso de Murcia, se destruyeron y se ocultaron muchos escritos de todo tipo. La "opacidad de la época" como la caracteriza Carmen González en su estudio y la "confabulación del olvido inconsciente o promovido, para la destrucción de la historia" (1999, p.22) de toda la centuria de los 30 de nuestra historia reciente, define por tanto el estado de las fuentes relativas a esta investigación.

Plantear en la actualidad un trabajo de tipo histórico y, más concretamente, sobre la historia de una escuela local, requiere fundamentar desde las primeras líneas la conveniencia del estudio para evitar el riesgo de elaborar un *petit recit* aislado del escenario global y sin conexión con este, siguiendo al profesor Antón Costa(2006), o de crear relatos discurridos como "minucias eruditas carentes de interés histórico" (Fontana, 2001, p. 317) que no rebasan los constreñidos círculos de instruidos localistas. Más bien, este trabajo se apoya en la creencia de que el estudio de los espacios regionales o microfísicas locales reproducen, o mejor, refractan, procesos de orden global; la escuela rural republicana en Murcia supone un caso de estudio que reúne las particularidades de múltiples espacios locales y cuyos rasgos definitorios son muy similares. Así, el trabajo aquí presentado, aunque de temática local, se contextualiza en un marco más amplio, de carácter regional y nacional, como medio para comprender y explicar una parte de la historia, particularmente de la historia de la educación, que contribuya al conocimiento de los procesos sociales e históricos, que permiten observar los cambios de forma amplia y con perspectiva. Los estudios sobre historia regional comenzaron a surgir hacia los años 60 del pasado siglo XX; para entonces, y como apunta

Carreras, el alemán F. Steinbach, con cierto aire pretencioso, se preguntaba "¿Tiene sentido acaso ocuparse de historia regional en nuestra época, una época de hegemonías políticas y áreas culturales a escala mundial?" (1978 cit. en Carreras, 2000). Si hoy, pasados más de treinta años, situados en la segunda década del siglo XXI, retomamos esta cuestión, parece que la pregunta adquiere total actualidad, ¿qué aporta un estudio de historia regional como el aquí presentado, en unos tiempos en los que ya la humanidad traspasa incluso las fronteras nacionales tornándose en global? La respuesta, al menos aproximativa, la ofrece el filósofo Hermann Lubbe "hablando de la angustia ante un medio ambiente tecnificado y macro metropolitano que movería a buscar refugio en la patria chica y en el valor nostálgico de la historia local" (Carreras, 2000, p. 135) ofreciendo un vínculo cercano al perdido ciudadano de la aldea global y unas respuestas que explican los acelerados cambios del mundo presente. En suma, más allá de la primacía de los vínculos locales que definen la historia de España, como ya apuntara el historiador R. Carr, la pequeña historia local contribuye y mucho a construir el edificio de la Historia con sus variadas corrientes y, sobre todo, nos ayuda a "comprender el presente, pero nos obliga también, atendiendo a que los hechos que estudiamos no pueden disociarse de las peculiaridades de la naturaleza humana, a utilizar con mucha prudencia el instrumental analítico (. . . ) distinguiendo lo que es útil de lo que nos puede llevar a una simplificación abusiva" (Fontana, 2012, p. 17).

En resumen, en el campo del conocimiento, la historia de la educación al igual que otras ciencias sociales pretende explicar la realidad y generar conocimiento a través del cumplimiento de los requisitos que impone el método científico: planteamiento de problemas de investigación, formulación de preguntas e hipótesis, selección y análisis de las fuentes histórico educativas, comprobación de las respuestas mediante el estudio y crítica de las fuentes utilizadas y construcción de la síntesis explicativa (Ruiz Berrio, 1997,p. 165).

Para finalizar, cabe incidir en que, aunque este es un estudio de caso que analiza la historia concreta de una escuela local durante los años 30, no pretende ofrecer, como se ha anotado, una perspectiva demasiado local o provincialista de la escuela ubicada en el campo, lo que conllevaría que el estudio perdiese significación y relevancia. Más bien, se parte de la idea de que, para las fechas de los años 30 en España, los rasgos históricos, culturales, geográficos y socioeconómicos son comunes a muchas provincias rurales del mapa peninsular, sin perder de vista la complejidad de cada región y, por tanto, las características aquí definidas para la escuela rural pueden ser aplicables a contextos más amplios y que rebasan los límites puramente regionales. Así también, debe considerarse una realidad histórica determinada, que no es aje-

na a un contexto histórico nacional y más amplio, cuyos contrastes definen una realidad que trasciende una visión demasiado rígida de los planteamientos. Por tanto, así entendido, el estudio de la historia y más específicamente de la historia de la educación y de la escuela se enmarca en una línea de análisis global, no fragmentada, definida en función de la actual y necesaria renovación metodológica del conocimiento histórico y su adecuación a los tiempos presentes.

Con todo, en un trabajo futuro sobre el tema aquí planteado y cuyas líneas principales han quedado someramente expuestas, cabe plantear la cuestión de los efectos que a nivel real y para el caso concreto de la provincia de Murcia, tuvieron las políticas republicanas orientadas a la revitalización de la educación y de la escuela. Si bien no podemos establecer conclusiones sobre dichos resultados, pues se haría necesario un estudio profundo de cada una de las cuestiones tratadas, sí hemos evidenciado de forma general, parte de una realidad social y educativa, que hallaron los nuevos dirigentes y sobre la que enfocaron sus ánimos reformadores en el terreno de la educación. De igual modo, se ha constatado la relevancia del estudio y el contenido de las fuentes para la investigación.

## 2.5. Referencias

Archivo Municipal de Murcia(A.M.M.) EDUCACIÓN, 56281/1 / Índice de registro de escuelas y maestros.

Archivo Patronato Carmen Conde Antonio Oliver(A.P.C.C.A.O.)Cartagena.

Archivo Municipal de San Javier (A.M.S.J.) Creación, reforma, traslado y cierre de centros escolares.

Archivo Histórico Municipal de Lorca(A.H.M.L.) Actas del Consejo Local de Primera Enseñanza.

Ayala, J.A. (1978),Murcia y su huerta en la II República (1931-39), Murcia, Ed. Diputación Provincial de Murcia.

Ballesteros, A. (1922), La escuela rural en España, Revista de Pedagogía, pp. 246-253.

Bello, L. (1929), Viaje por las escuelas de España, Madrid, Compañía Ibero-Americana de Publicaciones.

Caro Baroja (1950/1984), Apuntes murcianos (de un diario de viajes por España, 1950),Murcia, Academia Alfonso X El Sabio.

Carreras, J.J (2000),Razón de Historia. Estudios de historiografía, Madrid, Marcial Pons.

Costa, A. (2006), Territorios, Identidades y Gentes, Historia de la Educación, nº 25, pp. 105-129.

Fernández Soria, J.M. y Agulló Díaz, M.C. (2004), Una escuela rural republicana, Valencia, Universitat de València.

Frigolé, J. (1997), Un hombre, Género, clase y cultura en el relato de un trabajador, Barcelona, Muchnik Editores.

Fondo documental del Instituto Nacional de Estadística, Censos, p. 189-190.Anuarios estadísticos. Anuario 1932-1933.

Fontana, J. (2001), La historia de los hombres, Barcelona, Crítica.

Fontana, J. (2012), Espacio global y tiempo profundo. Nuevas corrientes de la historia, Tiempo y sociedad, nº. 7, pp. 5-17.

Gaceta de Madrid, núm.161. 10 de junio de 1931.

García, E. (1923), Sobre la Escuela Rural, Revista de Pedagogía, pp. 288-292.

González, C. (1999), Guerra civil en Murcia. Un análisis sobre el poder y los comportamientos colectivos, Murcia, Universidad de Murcia.

Hobsbawm, E. (1994), Historia del siglo XX, Buenos Aires, Crítica.

Informe: Claves del medio rural. Observatorio de Desarrollo Rural, Local y de Empleo de la Región de Murcia.

Junquera, J. (1925), La vida en la escuela. La escuela y el pueblo, Revista de Pedagogía, pp. 424-427.

Martí Alpera, F. (1911), Las escuelas rurales, Gerona, DalmauCarlés.

Pérez Picazo, Mª T. (1984), El proceso de modernización de la Región de Murcia (siglos XVI-XIX), Murcia, Editora Regional.

Reverte Salinas, I. (1974), La provincia de Murcia, Murcia, Nogués.

Torres Balbás, L.(1933), Los edificios escolares vistos desde la España rural.

Sancho, J. y Reinoso, D. (2012), La delimitación del ámbito rural: una cuestión clave en los programas de desarrollo rural, Estudios Geográficos, vol. LXXIII, 273, pp. 599-624.

Ruiz Berrio, J. (1997), El método histórico en la investigación histórico-educativa. En Gabriel, N. De y Viñao, A. (eds.), La investigación histórico educativa, (pp. 131-202). Barcelona: Ronsel editorial,

Viñao, A. (2004), Escuela para todos. Educación y modernidad en la España del siglo XX. Madrid: Marcial Pons Ed. De Historia.

# Capítulo 3

# “Enséñame a quererme”: escuela de padres

# "Enséñame a quererme": escuela de padres

Mª del Carmen Gonzálvez Molina
Universidad de Murcia
mariacarmen.gonzalvez@um.es

**Resumen:** La Escuela de Padres que se presenta es un proyecto futuro de investigación, en el cual se pretende analizar la respuesta de los padres y madres, realizando diferentes evaluaciones, utilizando para esto diferentes instrumentos de recogida de información. El desarrollo de la autoestima será la temática principal en torno a la que girará esta Escuela de Padres, la cual está dirigida a padres de alumnos de Educación Infantil y Primaria. El objetivo es crear un espacio de discusión acerca de qué tipo de prácticas se están llevando a cabo en el seno familiar en relación con la autoestima de los hijos, con el fin de orientar a los padres para que puedan fomentarla. Por tanto, incluye, entre otros contenidos, el pensamiento positivo y la identificación de sentimientos negativos de nuestros hijos y modificación de los mismos. A la vez, esta investigación revertirá en la mejora de esta Escuela de Padres.

**Palabras clave:** Escuela de padres, Autoestima, Familias, Alumnado, Docentes.

## 3.1. Introducción

Por la influencia que tiene la familia y la escuela en el desarrollo de los niños es necesaria la acción conjunta de estos dos agentes. En un primer momento es en el contexto familiar donde van adquiriendo diversas habilidades, las cuales se pondrán en práctica en la escuela donde hay mayores posibilidades de socialización, posibilitando de esta forma el desarrollo de las competencias que van adquiriendo. En este sentido, cobran especial relevancia las actuaciones de los profesores, debiendo favorecer la participación de las familias en los centros educativos, mostrando así una actitud abierta hacia la colaboración. Por esto, en este proyecto de investigación se ha querido dar respuesta a esta necesidad de coordinación entre familia-escuela con la creación de una Escuela de Padres, siguiendo así lo que nos apunta Vila (1998) en relación con la coordinación que debe existir entre familia-escuela, propiciándose un clima idóneo para el desarrollo, ya que la sola pertenencia a estos dos contextos no es garantía del mismo. Por otra parte, los centros educativos ya no sólo se contemplan como un lugar en el que los niños adquieren una serie de conocimientos, sino que pretenden ayudar a las familias en su educación (De León, 2011).

Puesto que el desarrollo de la autoestima está íntimamente ligado con el bienestar emocional (más ampliamente desarrollado en la fundamentación) se ha querido que esta sea la temática principal en torno a la que girará esta Escuela de Padres. De la necesidad de trabajar la autoestima ya desde edades tempranas se hacen eco los currículos educativos. Sirviéndonos del análisis realizado por Gonzálvez (2016) sobre la presencia de la autoestima en el Decreto 254/2008 por el que se establece el currículo del Segundo Ciclo de la Educción Infantil en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (CARM, en adelante), se puede concluir que este está impregnado de referencias directas e indirectas sobre la necesidad de fomentar la autoestima del alumnado. En el currículo de Educación Primaria de la CARM (Decreto 198/2014) también aparece reflejada pero de una forma mucho menos acusada e indirecta.

Por todo esto, no se ha realizado al azar esta Escuela de Padres. Con esta se pretende ayudar a identificar aquellos aspectos a mejorar para trabajar en pro de la autoestima de los hijos. La educación debe ser entendida como una educación integral, en la que el desarrollo personal sea cada vez más tenido en cuenta. En este sentido, se quiere colaborar con los padres, creando un espacio en el que entre todos podamos llegar a conclusiones relevantes acerca de qué debemos hacer día a día para fomentar la autoestima de los niños.

## 3.2. Programación escuela de padres "enséñame a quererme"

### 3.2.1. Fundamentación

Sirviéndonos del repaso realizado por Cano et al. (2013) en relación a las Escuelas de Padres, nos tenemos que remontar hasta 1815 para encontrar el primer referente de Escuela de Padres, con el surgimiento de las asociaciones de las madres de familia en Estados Unidos. El objetivo de estas asociaciones era dotarlas de herramientas para que desempeñasen su labor como madres de la mejor forma posible. A partir de aquí surgen investigaciones acerca de la formación que deberían recibir los padres de familia para educar mejor a sus hijos. Esta corriente se extendió a Europa, siendo en París en 1929, de la mano de Madame Vérine, donde se crea la primera Escuela de Padres, con el lema "Unirse, instruirse y servir". En el caso de Estados Unidos, fue en California en 1962 cuando Thomas Gordon, psicólogo, ideó un curso para padres de familia creándose así la primera Escuela para Padres, denominándose este modelo "entrenamiento efectivo para padres de familia". Más tarde se extendió a otros estados contando con más de 300 instructores y 15.000 afiliados. Su origen en España se produce gracias a las Asociaciones de Padres y Madres, instituciones educativas y organismos públicos.

Para perfilar el concepto de "Escuela de Padres" se plasma aquí la definición de esta realizada por De la Puente (1999) citada en Romero (2005):

> Las escuelas de padres son una de las estrategias más interesantes para crear un ámbito de diálogo educativo acerca de los fines y medios de la educación: por qué educamos, cómo educamos. Se inserta en el área de la comunicación o conversación, que no intenta lograr ninguna decisión operativa a acorto plazo, sino solamente la reflexión, el diálogo, en consenso. (p. 246)

Esta es una definición bastante abierta, la cual se ha escogido por el énfasis que pone en el diálogo y la reflexión que debe darse en las Escuelas de Padres, sin pretender que se den en ellas "recetas mágicas". Esta misma autora resalta la necesidad de extender este recurso formativo como forma de adelantarnos y prevenir problemas familiares. En relación a cómo atraer a los padres para que participen en estas Escuelas, según propone Kñallinsky (2001), deberemos primero motivar a los alumnos que estudian en el centro escolar, y de esta forma, estando satisfechos, atraerán a los padres.

Con la llegada de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación al ámbito educativo, las Escuelas de Padres ya no solo se conciben en un sitio físico, como es el caso de la Escuela Virtual de Padres y Madres de SAFA Linares. Esta fue creada por un grupo de profesores, en la cual ponen información de interés para los padres. A su vez estos pueden intercambiar experiencias y opiniones en relación con la educación de los hijos a través de foros y el chat (Cano et al., 2013).

Como la Escuela de Padres que se pretende crear tiene el objetivo de dar orientaciones sobre cómo pueden los padres desarrollar la autoestima de sus hijos, se pasará ahora a fundamentar cómo puede ser la autoestima fomentada.

Según Castillo y Sánchez (2009), la importancia de trabajar la autoestima radica en que está directamente relacionada con el bienestar emocional. También existe una estrecha relación entre una buena estimación propia y el desarrollo de habilidades sociales, lo cual, a su vez, al proporcionar un estado de ánimo positivo, revierte en dicho bienestar emocional. Las autoras ofrecen también algunas pautas para adquirir el hábito de desarrollar la autoestima. La primera de ellas es pensar en las cosas positivas que nos pasan, a la vez que practicar un lenguaje positivo interior, ya que los pensamientos negativos solo producen ansiedad y tristeza. Esta primera propuesta puede adaptarse a los niños de Infantil y Primaria con actividades en las que expresen acontecimientos que le han ocurrido que hayan sido de su agrado y por qué. La segunda pauta que se propone para el fomento de la autoestima es apreciar lo que tenemos en vez de lo que no tenemos. Con los niños, esta pauta podría ser trabajada con la anterior por su estrecha relación. La tercera que se propone es no culpabilizarnos por las cosas sino ver cuáles son nuestras debilidades para poder modificarlas. Para trabajar esto con los niños, primero deben ser los padres los que observen qué es aquello que puede hacerles sentir mal a sus hijos. Una vez identificado esto, deberán guiarles para ayudarles a mejorar. La cuarta hace referencia a saber cuáles son nuestros puntos fuertes para fortalecerlos más. En este sentido, los padres pueden reservar momentos con sus hijos en los que se haga alguna actividad en la que los padres le hagan ver a sus hijos sus puntos fuertes o simplemente que les gusta de ellos; a su vez, los niños también pueden expresar bajo su punto de vista aquello que se les da bien, que les gusta de ellos mismos; también pueden decir ellos lo que les gusta de sus padres.

Una vez descritas estas pautas, pasaremos ahora a tomar en cuenta las aportaciones ofrecidas por Gonzálvez (2016), referidas a las conclusiones en las que se ha basado para la creación de su instrumento de autoevaluación do-

cente dirigido a maestros de educación infantil para averiguar en qué medida están fomentando la autoestima de su alumnado. Aunque en un principio estas conclusiones están enfocadas al contexto escolar y al segundo ciclo de Educación Infantil, se resaltarán aquí ya que algunas se pueden adaptar y hacer extensibles al contexto familiar y a los niños de Educación Primaria. De este modo, adaptadas al contexto familiar, las consideraciones que han de tenerse en cuenta para reforzar la autoestima de los niños, las cuales se interrelacionan entre sí, serían las siguientes: reforzar los esfuerzos y logros de los niños para que repercuta esto en su sentimiento de valía; todo aquello que se les pida hacer a los hijos debe estar acorde con sus capacidades para que no lleguen a darse sentimientos de frustración; las apreciaciones que se realicen a los hijos se harán siempre de forma individual, nunca en comparación con otros niños; se debe fomentar la autonomía en los hijos para aumentar su sentimiento de competencia; por último, en el hogar se debe propiciar un clima agradable, donde se enfatice más en lo positivo que en lo negativo, en el que los niños puedan expresarse libremente y se confíe en sus posibilidades. Todos estos temas serán tratados en el desarrollo de las distintas sesiones de la Escuela de Padres al igual que serán tenidas en cuenta las pautas descritas anteriormente para fomentar la autoestima.

### 3.2.2. Destinatarios

Esta Escuela de Padres va dirigida a padres de alumnos de Educación Infantil y Educación Primaria. Las sesiones que se ofrecen en esta programación se adaptan a estas dos etapas educativas, ya que a los padres se les ofrecerán orientaciones generales a tener en cuenta en la educación de sus hijos para que desarrollen una buena estimación propia. Incluso serán los padres quienes extrapolen la teoría explicada por el ponente a situaciones reales a través de su propia participación en las propuestas prácticas que se les realicen en las sesiones. Las actividades que se han diseñado para llevar a cabo esta Escuela de Padres están pensadas para ser realizadas con un grupo de unos 25 padres.

### 3.2.3. Objetivos de la Escuela de Padres

- Crear un espacio de discusión y reflexión acerca de qué tipo de prácticas se están llevando a cabo en el seno familiar en relación con la autoestima de los hijos.
- Orientar a los padres sobre qué pueden hacer para fomentar la autoestima de sus hijos.

- Ver cómo actúan los padres ante diferentes dinámicas de grupo ayudándoles a corregir, dado el caso, sus actuaciones.

### 3.2.4. Contenidos

- Pensamiento positivo.
- Identificación de sentimientos negativos de nuestros hijos y modificación de los mismos.
- Verbalización de las cualidades positivas de los demás y valoración de los comentarios positivos.
- Desarrollo de la autonomía.
- Refuerzo positivo.
- Creación de un clima agradable.

## 3.3. Metodología

Las sesiones no solo se desarrollarán a través de la exposición oral por parte del ponente, sino que se pretende que las familias se sientan coprotagonistas de las mismas. Con este fin en las sesiones se utilizarán diferentes técnicas de grupo, las cuales se combinarán con las exposiciones de la persona encargada de llevar a cabo las sesiones. Una de las técnicas a emplear será el role-playing (técnica de dramatización), la cual permite representar situaciones de la vida real y así conocer las actitudes con las que se enfrentarían las personas a una determinada situación. Al terminar esta representación, el moderador coordinará los comentarios y la discusión posterior a la representación. Para llegar a unas conclusiones finales, primero el moderador les pedirá a los intérpretes que expresen cómo se han sentido, cómo lo han vivido, para posteriormente dar el turno de palabra al resto del público, quienes podrán hacer preguntas a los "actores" o compartir sus impresiones. Para esta parte de las discusiones finales se recomienda dejar tiempo para conseguir el objetivo que se plantea con el role-playing. También se recurrirá al brainstorming, técnica de discusión o intercambio de información, con esta todos los participantes participarán aportando sus ideas de forma espontánea ante la cuestión o el problema propuesto por el moderador. La lluvia de ideas que se producirá se irá apuntando en una pizarra, las cuales a la vez pueden suscitar otras.

Ninguna de las ideas expresadas se comentará hasta que se anoten todas para no cohibir a los participantes. Una vez que todos han participado, se pasará a debatir qué propuestas serían las más idóneas en relación al interrogante inicial planteado. Algunas de las ventajas del brainstorming es la gran variedad de ideas que se generan para dar solución a un problema, propiciando a la vez la participación de todos (Castillo y Sánchez, 2009).

La persona encargada de llevar a cabo las sesiones tendrá que realizar las funciones propias de toda persona que dirige una reunión, según Froufe (1995) estas funciones son las siguientes: función de producción, función de facilitación y función de regulación. La primera función hace referencia a la organización de las reuniones, la escuela de padres, en este caso: número de sesiones, metodología, evaluación... En las sesiones propiamente dichas, presentará lo que se va a realizar junto con el fin perseguido. También se encargará de guiar las sesiones, moderar las intervenciones y al final de las sesiones realizará una síntesis de las conclusiones a las que se han llegado. En cuanto a la función de facilitación, está relacionada con las intervenciones que realicen los asistentes. En este sentido el cometido del ponente, cuando se abra el turno de palabra, será intentar que todo el mundo participe expresando libremente, sin temor, sus ideas, evitando que acaparen todo el tiempo unas cuantas personas solo, promoviendo que todos participen. En cuanto a la última función, la de regulación, hace referencia, entre otras cosas, a la resolución de conflictos que puedan surgir, pudiendo llegar de esta forma a los objetivos pretendidos de la forma más armoniosa posible (Castillo y Sánchez, 2009).

Siguiendo a Cano et al. (2013), para llegar a los objetivos planteados en las Escuelas de Padres se tendrán en cuenta una serie de aspectos como la cercanía de los profesionales. Esto hace referencia a la distribución del grupo en el lugar de la reunión, con la cual se debe facilitar que los padres se sientan atendidos y en compañía. Para esto se aconseja que los asistentes se sitúen en círculo o semicírculo. Para esta Escuela de Padres los asistentes estarán sentados en sillas formando un círculo, por este motivo las sesiones serán realizadas en el gimnasio del centro escolar, en el cual previamente a la llegada de los padres se procederá a disponer las sillas de esta manera. Por otro lado, otro aspecto a tener en cuenta será la exposición de casos prácticos, de esta forma el aprendizaje se verá enriquecido.

En cuanto a recursos humanos, para la puesta en marcha de esta Escuela de Padres, solo será necesaria la presencia de la persona que lleve a cabo las diferentes sesiones, no requiriendo la asistencia de nadie más para el correcto desarrollo de las mismas.

Previamente al inicio de la Escuela de Padres, se les enviará a todos los padres de un mismo grupo de clase, un correo informativo invitándoles a las diferentes sesiones programadas.

Todas las sesiones tendrán una duración de 1 hora y seguirán una estructura adaptada de una estructura de una sesión tipo de trabajo de Fresnillo et al. (2000) citada en Cano et al. (2013), quedando de la siguiente manera: 1) Saludo; 2) Comentarios de la sesión anterior; 3) Explicación de la sesión/contenidos a tratar; 4) Participación de los padres; 5) Conclusiones finales; 6) Propuestas para realizar en casa; 7) Evaluación de la sesión. La primera y la última sesión sufrirán alguna modificación en esta estructura por ser la sesión de presentación y de despedida.

### 3.3.1. Sesiones

**Sesión 1**

1. Saludo

   Presentación de los objetivos que se pretenden con la realización de esta Escuela.

2. Cuestionario de ideas previas (ver apartado de evaluación)

   Se pasará a los padres un cuestionario de ideas previas para ser analizado al final junto a las evaluaciones de todas las sesiones y el cuestionario de evaluación final.

3. Explicación de la sesión/contenidos a tratar

   El tema a tratar hoy será el pensamiento positivo. La persona encargada de moderar la sesión hará una introducción en la que destacará los beneficios de un pensamiento positivo, dado que propicia un bienestar emocional, ya que los negativos solo producen tristeza. Por este motivo debemos pensar en todas esas situaciones agradables que nos acontecen día a día: el inesperado encuentro con un amigo, una buena noticia recibida, el encuentro con alguien agradable... Con los niños lo que debemos hacer es invitarles a que nos cuenten aquello que les agrada, para que aprecien lo bueno que les ocurre y lo que tienen, ya que pedirles solo que piensen en algo que les agrada no sería adecuadoa estas edades, mejor que lo verbalicen y compartan con los adultos.

4. Participación de los padres

En esta parte de la sesión, serán los padres los invitados a que cuenten al resto alguna situación agradable, satisfactoria, que le haya pasado durante el día. De esta forma se pretende que pongan en práctica lo explicado. De uno en uno los padres contarán alguna experiencia.

5. Conclusiones finales

   Para cerrar esta sesión, se recopilarán algunas impresiones de los padres acerca del contenido tratado en la misma, para lo cual se realizarán las siguientes preguntas: - ¿Alguien quiere compartir con el resto cómo se ha sentido al contar una situación? - ¿Alguien suele de manera consciente o inconsciente tener estos pensamientos positivos? - ¿Creéis que podéis trabajar el pensamiento positivo con vuestros hijos? - ¿Alguien quiere realizar alguna sugerencia o pregunta?

6. Propuestas para realizar en casa

   Como "deberes" a realizar en casa se les invitará a los padres a que trabajen esto con sus hijos y en la siguiente sesión comenten la experiencia. Para realizar esto con los niños se les sugerirá que elijan una hora tranquila en la que esté toda la familia en casa y todos juntos compartan qué es lo que más les ha gustado del día (padres e hijos).

7. Evaluación de la sesión

   Para evaluar la sesión se le pasará a los padres el instrumento de evaluación continua realizado (ver apartado de evaluación).

   Materiales: Cuestionario de ideas previas e instrumento de evaluación continua.

**Sesión 2**

1. Saludo

2. Comentarios de la sesión anterior

   Se pedirá a los padres que cuenten la experiencia que han tenido durante esta última semana en relación con la actividad que se les mandó hacer en la sesión anterior: si les ha agradado a los hijos, si les ha gustado a ellos, si creen que la actividad reporta beneficios...

3. Explicación de la sesión/contenidos a tratar

   Esta sesión se centrará en la necesidad de detectar, por parte de los padres, aquellos sentimientos negativos que puedan tener sus hijos acerca,

por ejemplo, tener que ir siempre corriendo al colegio porque no gestiona bien el tiempo en sus tareas matutinas. Una vez identificado esto, los padres deberán ayudarles a cambiar esas situaciones, para que no les cause ansiedad y vean que son capaces de poder realizar las tareas de forma más satisfactoria para ellos, aumentando así su sentimiento de competencia y, por ende, su autoestima.

4. Participación de los padres

   Sirviéndonos del ejemplo anterior, lo utilizaremos como caso práctico, dándoles a los padres el caso escrito desarrollado. Una vez leído se realizará un brainstorming para que los padres aporten ideas de cómo resolverían este caso. El ponente las irá anotando en una pizarra para finalmente hacer una síntesis de las aportaciones realizadas.

5. Conclusiones finales

   Para extraer unas últimas reflexiones del tema presentado se les realizará a los padres las siguientes presuntas: - ¿Alguien se ha visto identificado con el caso presentado? -¿Se dan situaciones parecidas en vuestros hijos? ¿Habéis tenido que plantearos alguna vez modificar conductas muy arraigadas en vuestros hijos por el sentimiento de frustración que les causaba?

6. Propuestas para realizar en casa

   En esta sesión se propondrá a los padres que observen si hay situaciones que les provoca malestar a sus hijos y pueden ser modificadas.

7. Evaluación de la sesión

   Para evaluar la sesión se les pasará a los padres el instrumento de evaluación continua realizado (ver apartado de evaluación).

   Materiales: Caso práctico, instrumento de evaluación continua, pizarra y tiza.

**Sesión 3**

1. Saludo

2. Comentarios de la sesión anterior

   Se preguntará a los padres si han observado durante esta semana situaciones que les provoquen sentimientos negativos a sus hijos y puedan ser modificadas.

3. Explicación de la sesión/contenidos a tratar

   En esta sesión se tratará la relación existente entre los comentarios positivos que se hacen a los niños y su repercusión en el fomento de su autoestima.

4. Participación de los padres

   Después de la explicación, los padres irán saliendo al centro del círculo de dos en dos. A cada uno de ellos se le asignará un rol: uno será el padre o la madre y el otro el hijo o la hija. Quien haga de padre tendrá que decirle a "su hijo/a" cosas que le gusta de él/ella en general o algo que haya hecho durante ese día. Después se cambiarán los roles.

5. Conclusiones finales

   Para ir cerrando la sesión se realizarán unas preguntas a los padres con el objetivo de llegar a unas conclusiones comunes: - ¿Soléis decir a vuestros hijos aquello que os gusta de ellos? -¿Cómo reaccionan vuestros hijos ante estos comentarios? -¿Creéis que le hacéis estos comentarios con suficiente frecuencia?

6. Propuestas para realizar en casa

   Se les propondrá a los padres que en casa reunidos con todos los hijos realicen la actividad "Me gusta Bianca porque..." diseñada por Gonzálvez y Jiménez (2015), la cual se inserta dentro de su Programa de Acción Tutorial "Haciendo crecer mi autoestima" dirigido a alumnos de 5 años.

7. Evaluación de la sesión

   Para evaluar la sesión se le pasará a los padres el instrumento de evaluación continua realizado (ver apartado de evaluación).

   Materiales: Instrumento de evaluación continua.

**Sesión 4**

1. Saludo

2. Comentarios de la sesión anterior

   Se pedirá a los padres que cuenten la experiencia que han tenido durante esta última semana en relación con la actividad que se les mandó hacer en la sesión anterior: si les ha agradado a los hijos, si les ha gustado a ellos, si creen que la actividad reporta beneficios...

3. Explicación de la sesión/contenidos a tratar

   En esta sesión se relacionará el sentimiento de competencia que les confiere a los niños poder realizar cosas por sí solos con la consiguiente repercusión en el fomento de su autoestima. Por otra parte, hay que considerar que todo aquello que se les pida realizar a los niños sea acorde a sus capacidades, para que no se produzcan sentimientos de frustración.

4. Participación de los padres

   Para invitar a que los padres reflexionen acerca de esto, realizaremos un brainstorming en el que les propondremos que nos digan, mientras se va apuntando en la pizarra, aquellas cosas que sus hijos hacen de forma totalmente autónoma; después, aquellas cosas que hacen con ayuda; posteriormente, aquellas cosas que no les permitimos hacer; y finalmente, las cosas que creemos que podrían empezar a realizar solos. Las respuestas a las cuatro propuestas se pondrán en cuatro columnas. A partir de estas, para que los padres observen las diferencias de respuestas, el ponente pondrá el énfasis en aquellas actividades que los padres hayan contestado en diferentes columnas, es decir, un padre puede haber dicho que su hijo hace la cama de forma totalmente autónoma, y otro haber mencionado "hacer la cama" en las cosas que no les permiten hacer autónomamente a sus hijos.

5. Conclusiones finales

   Para concluir la sesión se realizarán las siguientes preguntas a los padres: -Después de lo observado, ¿alguno cree que debería dejarle más autonomía a su hijo en alguna actividad? ¿En cuál? -¿Os han demandado alguna vez vuestros hijos hacer alguna actividad de forma autónoma? ¿De cuál se trataba? ¿Estaba preparado para ello?

6. Propuestas para realizar en casa

   Se les pedirá a los padres que observen durante la próxima semana la autonomía de sus hijos: qué hacen solos, qué hacen con ayuda, en qué situaciones se apresuran a ayudarles sin que sea necesario, qué no les dejan hacer solos, qué podrían empezar a hacer solos...

7. Evaluación de la sesión

   Para evaluar la sesión se le pasará a los padres el instrumento de evaluación continua realizado (ver apartado de evaluación).

   Materiales: Instrumento de evaluación continua, pizarra y tiza.

**Sesión 5**

1. Saludo

2. Comentarios de la sesión anterior

   En relación a la propuesta que se hizo la semana pasada, se les preguntará a los padres qué han observado en relación a la autonomía de sus hijos durante esta semana.

3. Explicación de la sesión/contenidos a tratar

   La sesión de hoy estará centrada en el refuerzo positivo, por lo que se resaltará la importancia de alabar el esfuerzo realizado, los logros conseguidos (por pequeños que sean) y las conductas deseables con el objetivo de fomentar su autoestima, en el caso de las conductas también para que vuelvan a repetirse. Se hará hincapié en que la simple atención prestada ya es un reforzador de cualquier conducta. A continuación, se procederá a la visualización de un par de extractos muy breves de la película "Capitanes intrépidos" de 1937, protagonizada por Spencer Tracy y Freddie Bartholomew. Esta película narra la historia de un niño rico que teniendo todo lo que el dinero puede comprar no es feliz, ya que su padre no le presta atención. Empieza a ser feliz cuando comienza a trabajar en un barco pesquero, en el que se siente parte de la tripulación al ser tenido en cuenta, lo que hace que esta conducta sea reforzada (trabajar de pescador) y quiera seguir realizando este trabajo sin tener necesidad económica.

4. Participación de los padres

   Tras la visualización de estos fragmentos se abrirá el turno de palabra para que los padres puedan aportar sus reflexiones, dudas...

5. Conclusiones finales

   Por el desarrollo de esta actividad, las conclusiones ya serán realizadas en el apartado anterior.

6. Propuestas para realizar en casa

   Para casa se propondrá la visualización completa de la película ya que cuenta con muchos detalles dignos de ver. Esta se comentará en la siguiente sesión.

7. Evaluación de la sesión

Para evaluar la sesión se le pasará a los padres el instrumento de evaluación continua realizado (ver apartado de evaluación).

Materiales: Instrumento de evaluación continua, ordenador, proyector y la película "Capitanes intrépidos".

**Sesión 6**

1. Saludo

2. Comentarios de la sesión anterior

   Se pedirá a los padres las conclusiones extraídas tras la visualización completa de la película "Capitanes intrépidos" que se recomendó la semana anterior.

3. Explicación de la sesión/contenidos a tratar

   Para esta última sesión se tratará la importancia de un clima acogedor, tranquilo, que ofrezca seguridad a los niños. En este sentido, los niños deben sentirse en confianza para expresar de forma abierta lo que sienten, a la vez que valorados por sí mismos, nunca realizando comparaciones con otros niños.

4. Participación de los padres

   En esta sesión se pedirá a tres padres como voluntarios para realizar un role-playing. Dos de ellos harán de hijos y el otro de padre/madre. La situación que se les plantea es que uno de los hijos llega a casa diciendo que ha tenido un 9 en un examen y el otro un 6. El niño que ha sacado el 9 se ríe de su hermano. ¿Qué dice el/la padre/madre en esta situación? Tras este role-playing se pedirá a los padres que aporten sus sugerencias ante situaciones similares.

5. Actividad final como cierre de la Escuela de Padres

   Para clausurar esta Escuela, se repartirá a los padres un extracto de la archiconocida carta "Papá olvida", escrita por W. Livingston Larned (citada en Carnegie, 1949). Tras su lectura, se invitará a los padres a que compartan sus impresiones con el resto.

6. Evaluación de la sesión y cuestionario de evaluación final

   Para evaluar la sesión se les pasará a los padres el instrumento de evaluación continua realizado. Aparte de este, también se les pasará un cuestionario de evaluación final (ver apartado de evaluación).

Materiales: Instrumento de evaluación continua, cuestionario de evaluación final y extracto de la carta "Papá olvida".

### 3.3.2. Evaluación

Para evaluar la programación de esta Escuela de Padres se realizarán tres tipos de evaluación: evaluación inicial, evaluación procesual y evaluación final. Se creará un instrumento de evaluación diferente para realizar estas evaluaciones. Estos instrumentos serán anónimos, pero se le asignará un número inicialmente a cada padre para que lo pongan en todas las evaluaciones que realicen, con el fin de comparar la evolución de sus opiniones a lo largo de las sesiones.

**Evaluación inicial** La evaluación inicial se llevará a cabo con un cuestionario de ideas previas, el cual contendrá una serie de preguntas abiertas:

- ¿Qué espera de esta Escuela de Padres?
- ¿Qué conoce de la autoestima?
- ¿Cómo cree que se puede fomentar la autoestima de sus hijos?
- ¿Qué importancia le concede a la autoestima?
- ¿Cree que la autoestima puede tener alguna relación con el rendimiento académico de sus hijos? ¿Por qué?
- ¿Cree que la autoestima puede mejorar el bienestar emocional? ¿Por qué?

**Evaluación procesual** La evaluación procesual se llevará a cabo a través de una escala de estimación, para lo cual tendrán que indicar para las siguientes afirmaciones el grado de acuerdo o desacuerdo, siguiendo la escala de valoración siguiente: 1) Muy en desacuerdo; 2) Un poco en desacuerdo; 3) De acuerdo; 4) Bastante de acuerdo; 5) Muy de acuerdo.

- Las explicaciones realizadas se han realizado de forma motivadora.
- Las prácticas realizadas por los padres han sido clarificadoras.

- Lo aprendido en la sesión me servirá para ponerlo en práctica día a día con mis hijos.
- El tiempo de la sesión ha sido adecuado.
- Los materiales han sido acordes a los objetivos pretendidos.
- El espacio propiciaba la participación.
- Se favorecía la participación de todos los padres.

**Evaluación final** La evaluación final se llevará a cabo a través de un cuestionario, el cual contendrá una serie de preguntas abiertas:

- ¿Qué ha aprendido en el transcurso de las sesiones?
- ¿Qué es lo que más le ha sorprendido de estas sesiones?
- ¿Ha puesto en práctica las propuestas realizadas?
- ¿Le gustaría seguir indagando en la temática?
- ¿Cree que con lo aprendido en esta Escuela podrá fomentar la autoestima de su hijo?
- ¿Qué propuestas de mejora realizaría?

### 3.3.3. Temporalización

Tal y como se aconseja en la documentación consultada acerca de la periodicidad de las Escuelas de Padres, las sesiones se realizarán semanalmente. Al contar la programación con 6 sesiones, la duración total de la Escuela de Padres será de 6 semanas.

## 3.4. Conclusiones

Dada la importancia que tiene trabajar la autoestima en edades tempranas, esta no es una propuesta más a tener en cuenta, sino que debe ser considerada, ya que con ella se pretende poder dotar a los padres de herramientas para afrontar la educación de sus hijos. Esta Escuela de Padres parte de la consideración de que todos los padres, en principio, quieren ayudar a sus

hijos, pero no siempre saben cómo, por lo que precisan de ayudas como esta. Con esta Escuela no encontrarán "recetas mágicas", sino que ellos mismos, junto con la interacción de otros padres, irán ofreciendo respuestas a muchas de las incógnitas que tienen. Por esto, el papel del ponente en esta Escuela responderá al de un guía, tratando de que los padres encuentren el camino adecuado. Las propuestas de mejora surgidas a partir de esta investigación revertirán a su vez en sucesivas Escuelas de Padres.

## 3.5. Referencias

Cano, R., Casado, M., Pedro, A., Aguilar, V., Ceinos, C. y Castro, L. (2013). La acción tutorial y el apoyo familiar en el proceso educativo. En R. Cano (coord.), La orientación y tutoría con el alumnado y las familias (pp.279-300). Madrid: Biblioteca Nueva.

Carnegie, D. (1949). Cómo ganar amigos e influir sobre las personas. Barcelona: Ediciones Cosmos.

Castillo, S. y Sánchez, M. (2009). Habilidades sociales. Barcelona: Altamar.

De La Puente, F. (1999). Escuela de Padres: urgencia y renovación. Padres y Maestros, 246, 1.

De León, B. (2011). La relación familia-escuela y su repercusión en la autonomía y responsabilidad de los niños/as. XII Congreso Internacional de Teoría de la Educación. Recuperado de http://www.cite2011.com

Decreto número 254/2008, de 1 de agosto, por el que se establece el currículo del Segundo Ciclo de la Educación Infantil en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (BORM de 6 de agosto de 2008).

Decreto número 198/2014, de 5 de septiembre, por el que se establece el currículo de la Educación Primaria en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (BORM de 6 de septiembre de 2014).

Fresnillo Poza, V., Fresnillo Lobo, R. y Fresnillo Poza, M. ª L. (2000). Escuela de Padres. Madrid: Área de Servicios Sociales. Ayuntamiento de Madrid/Instituto Madrileño de Formación y Estudios Familiares (IMFEF).

Froufe, S. (1995). Para comprender la animación sociocultural. Navarra: Verbo Divino.

Gonzálvez, M. C. (2016). Propuesta de autoevaluación docente para el fomento de la autoestima del alumnado. En S. Molina, M. J. Bolarín, G. Vicente y R. I. Herrada (Coords.), Trabajos Fin de Grado Facultad de Educación 2016

(pp. 108-126). Recuperado de http://www.um.es/documents/299436/1725297/Tfg+206/48ee77ff-fe8d-4b06-95c7-bf6d674cf757

Gonzálvez, M. C. y Jiménez, E. M. (2015). "Haciendo crecer mi autoestima": Programa de acción tutorial para el fomento de un alto sentimiento de estimación propia en el aula de 5 años. En C. J. Gómez y T. Izquierdo (Eds.), Experiencias y recursos de innovación en Educación Infantil (pp. 207-216). Murcia: Editum.

Kñallinsky, E. (2001). La participación de los padres en la escuela. El Guiniguada, 10, 57-69.

Romero, M. M. (2005). Escuela de Padres. Educación y Futuro: Revista de Investigación Aplicada y Experiencias Educativas, 12, 41-50.

Vila, I. (1998). Familia, escuela y comunidad. Barcelona: I.C.E. Universidad de Barcelona. Horsori.

# Capítulo 4

# Análisis de las perspectivas de los docentes sobre la aplicación de dos actuaciones generales del Plan de Atención a la Diversidad

# Análisis de las perspectivas de los docentes sobre la aplicación de dos actuaciones generales del Plan de Atención a la Diversidad

Marina Pérez López
marina.perez7@um.es

María Luisa Belmonte Almagro
Departamento de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación
marialuisa.belmonte@um.es

Begoña Galián Nicolás
begona.g.n@um.es

Universidad de Murcia

**Resumen:** Este capítulo se centra en la revisión de investigaciones desarrolladas en España, durante los últimos 7 años, que exponen las opiniones del profesorado sobre el grado de implementación de dos actuaciones generales del Plan de Atención a la Diversidad diseñado en cada escuela. Concretamente, se ha pretendido analizar las líneas de investigación referentes a sus opiniones sobre la aplicación de medidas relativas al desarrollo de programas en colaboración con organismos públicos, la organización del alumnado, la flexibilización de los espacios, y el trabajo en equipo de profesionales y agentes internos y externos al colegio. El método de investigación empleado ha sido el de análisis de contenido y como técnica se ha utilizado la revisión documental. Los resultados que se obtienen del análisis, nos permiten señalar la existencia de una conciencia docente en la colaboración centro-medio y mejoras en la aplicación de estas estrategias generales como en la implementación de medidas organizativas y metodológicas.

**Palabras clave:** Plan de Atención a la Diversidad, Actuaciones generales, Análisis de contenido, Profesores, Calidad educativa.

## 4.1. Introducción

El paradigma inclusivo plantea la educación como un derecho humano que ha de atender a la diversidad del alumnado, contemplando así la importancia de proporcionar un modelo educativo igualitario que atienda a las características de cada uno de ellos (Arnaiz, 2012; Booth y Ainscow, 2011). No obstante, el ámbito educacional español presenta la necesidad de dar respuesta a los retos propuestos por este movimiento educativo y realizar una reflexión en profundidad de las dificultades existentes en la aplicación de prácticas inclusivas generalizadas (Martínez, De Haro y Escarbajal, 2010).

El presente capítulo muestra un análisis de contenido de las investigaciones, innovaciones y experiencias educativas desarrolladas en España, durante los últimos 7 años, que exponen la opinión de los docentes sobre la aplicación de dos medidas generales del Plan de Atención a la Diversidad (PAD, en adelante) existente en los colegios. En este sentido, se ha considerado a los profesores como sujetos integrantes de la comunidad educativa y por lo tanto susceptibles de aportar una visión conocedora de la realidad (Arnaiz, 1996).

A lo largo de la investigación, resulta relevante realizar un resumen sobre la evolución de los planteamientos referentes al tratamiento de las diferencias a lo largo de la historia, pues han existido distintos paradigmas y modelos de atención a la diversidad. Con ello, se comprobará que la elaboración del PAD es considerada dentro de los planteamientos inclusivos, ya que como establece la Orden de 4 de junio de 2010, de la Conserjería de Educación, Formación y Empleo, por la que se regula el Plan de Atención a la Diversidad de los Centros Públicos y Centros Privados Concertados de la Región de Murcia, es un documento de centro realizado para ajustar la respuesta educativa y ofrecer una educación en igualdad de condiciones.

A modo de síntesis teórica, se analizará el Plan y su estructura, incluyendo información sobre sus distintos apartados, entre los cuales se encuentran las actuaciones generales. Además, se expondrán las medidas generales escogidas para la revisión, pues han sido el fundamento para la elección de las investigaciones que en el presente capítulo se analizan.

Por último, los resultados serán detallados en función de las medidas generales seleccionadas, que permiten proporcionar una educación común, igualitaria y neutralizadora de las desigualdades, ya que van destinadas a todos los discentes de cada escuela y poseen un carácter inclusivo (Decreto nº 359/2009, de 30 de octubre, por el que se establece y regula la respuesta educativa a la diversidad del alumnado en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia). Además, se incluirán unas conclusiones que sinteticen los

aspectos más destacados de las investigaciones objeto de reflexión.

## 4.2. Objetivos del estudio

Seguidamente, se muestra el objetivo general de este análisis, incluyendo también los objetivos específicos.

### 4.2.1. Objetivo general

El principal objetivo corresponde a recopilar, analizar y comentar los principales resultados de las investigaciones más recientes sobre la puesta en práctica de dos actuaciones generales del PAD, según la visión de los docentes.

### 4.2.2. Objetivos específicos

- Analizar las líneas de investigación acerca de la perspectiva del profesorado sobre la implementación de programas, proyectos y/o actividades con la colaboración de instituciones y organismos públicos.

- Conocer los estudios sobre la percepción de los maestros en relación al desarrollo de prácticas educativas relacionadas con la adecuada organización del alumnado, la flexibilidad espacial, y la colaboración entre docentes y entre estos y otros profesionales y agentes internos y externos al centro educativo.

## 4.3. Marco Teórico

A continuación, se muestran los planteamientos teóricos más significativos, relacionados con el objeto de análisis.

### 4.3.1. La evolución de la atención a la diversidad

Al realizar una revisión histórica, Illán y Molina (2004) exponen que el respeto hacia las diferencias no ha sido considerado durante toda la historia, ya que ello ha dependido de las concepciones creadas por las sociedades en un espacio y un tiempo determinado. En este sentido, la atención a la diversidad ha experimentado un desarrollo a través de tres perspectivas (Arnaiz,

Berruezo e Illán, 1999). El segregacionismo corresponde a la época de la institucionalización en la que se determinó la discapacidad como una enfermedad que dependía únicamente del escolar y sus limitaciones, pues existía una gran influencia del ámbito científico. En los años 60, surgió la era de la normalización y el movimiento integrador, y a partir de ahí se gestó un cambio social a favor del respeto a todos los ciudadanos, comprendiendo así a las personas con necesidades educativas especiales y considerando una modificación de las condiciones sociales para su integración. Tras este movimiento, nació un planteamiento educativo denominado educación inclusiva. Según Echeita (2006), bajo este paradigma todos los miembros de la comunidad educativa deben sentirse acogidos y valorados, propiciando un respeto hacia las distintas situaciones de enseñanza-aprendizaje y teniendo en cuenta los intereses, capacidades y motivaciones del alumnado.

Al considerar el concepto de educación inclusiva, existen muchas definiciones que centran su foco en los distintos aspectos que la componen, aunque coinciden dos fines comunes: un cambio de modelo desde el sistema educativo y la posibilidad de que los escolares con discapacidad se encuentren escolarizados en centros educativos ordinarios con el resto de sus compañeros y recibiendo los apoyos necesarios (Ainscow, 2012; Arnaiz, 2012; Booth, Nes y Stromstad, 2003; Laurin-Bownie, 2009; Parrilla, 2002; Susinos, 2002).

Por ello, Echeita (2006) se refiere al proceso inclusivo como un medio de mejora en el que los integrantes de la comunidad educativa brindan un aprendizaje exitoso adaptado a las necesidades y características de los escolares, pues:

> (...) el avance hacia una mayor inclusión de todo el alumnado es un proceso con implicaciones en su "cultura", en sus "políticas", y en sus "prácticas de aula". Por tanto se trata de un planteamiento que va mucho más allá de una mera cuestión de apoyos puntuales a determinados alumnos, y que tiene mucho más que ver con un proceso de reestructuración profunda de los centros escolares (Echeita, 2006, p. 93).

Así, el PAD se encuentra integrado en las políticas educativas inclusivas recogidas en la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOE) y continuadas en la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE), ya que la LOE, en su artículo ciento veinte y uno, establece la importancia de incorporar en el proyecto educativo un plan que considere el contexto socio-cultural de cada escuela.

### 4.3.2. El PAD

En cada centro educativo existen diversos ámbitos para abordar la atención a la diversidad. Entre ellos se encuentra el institucional, un marco desde el que se determina la existencia de distintos proyectos que contienen acciones intencionadas en la defensa de prácticas inclusivas y la adecuación de la educación en igualdad de condiciones (Santos, 2002).

Según Castaño (2010), el documento institucional denominado PAD se considera como un elemento decisivo a la hora de determinar una respuesta educativa ajustada a las características y necesidades de los escolares. Además, este autor expone que, a través de él, los integrantes de un centro institucional crean un conjunto de actuaciones que permiten alcanzar a todo el alumnado las competencias básicas y los objetivos de etapa. La Orden de 4 de junio de 2010, define este Plan como:

> (...) un documento básico en el cual los centros docentes, en el marco de autonomía y posibilidades de organización, recogen de manera dinámica, flexible y abierta cuantos programas y medidas ponen en práctica para ofrecer a su alumnado y, en particular, a quienes presenten necesidad específica de apoyo, una respuesta educativa ajustada a sus necesidades (p. 32829).

En su dictamen, se recoge por primera vez de manera individual el PAD, el cual fue fruto de otros escritos normativos, como son la LOE y el Decreto nº 359/2009, que supusieron y suponen una implicación política hacia la lucha por la diversidad.

La LOE, la cual establece en su primer capítulo los principios y fines de la educación, considera en el artículo uno, como principios fundamentales, la inclusión educativa, la no discriminación, la igualdad de oportunidades y la equidad. También, en el segundo capítulo, artículo diecinueve, dispone que la etapa de Educación Primaria es decisiva en la atención a la diversidad.

Respecto al Decreto nº 359/2009, en su artículo dos, delimita la necesidad de atender y dar una respuesta educativa a la diversidad del alumnado, expresando la finalidad del PAD: "facilitar la inclusión de las medidas de atención a la diversidad en la organización general de los centros desde los principios de calidad, equidad, igualdad de oportunidades, normalización, compensación educativa, accesibilidad universal y cooperación de la comunidad educativa" (p. 57615). Además, indica que en este Plan han de recogerse las actuaciones generales, así como las medidas ordinarias y programas específicos elaborados por el centro educativo para atender a la realidad existente.

En relación a los planteamientos educativos incluidos en la Orden por la que se regula el PAD en la Región de Murcia (2010), es significativo destacar que, en la actualidad, se encuentra vigente la LOMCE, la cual continúa con los principios establecidos por la LOE e incluye en su artículo uno: "la igualdad de derechos y oportunidades que ayuden a superar cualquier discriminación y la accesibilidad universal a la educación" (p. 97866).

### 4.3.3. Estructura del PAD

Tal y como indica la Orden de 4 de junio de 2010, el diseño de este proyecto permite incluir las medidas de atención a todo el alumnado en la organización del centro (actuaciones generales y medidas ordinarias y específicas). Además, su elaboración resulta de una reflexión conjunta de toda la comunidad educativa.

Así, este trabajo se centra en las actuaciones generales definidas por el Decreto nº 359/2009 como aquellas estrategias destinadas a todo el alumnado de cada colegio y que el sistema educativo pone en práctica para asegurar una educación de calidad y en igualdad de oportunidades.

En la tabla 4.1 se muestran las dos medidas generales recogidas en el Decreto nº 359/2009 y la Orden de 4 de junio de 2010, que corresponden respectivamente a cada uno de los objetivos específicos determinados en la presente revisión, ya que se han utilizado como punto de partida para la organización y la determinación de los resultados obtenidos en las distintas investigaciones analizadas.

Tabla 4.1: Actuaciones generales seleccionadas (Decreto nº 359/2009; Orden de 4 de junio de 2010)

| Actuaciones |
|---|
| 1. Los programas y actividades en colaboración y coordinación con las distintas administraciones públicas, instituciones, organismos y asociaciones a nivel estatal, autonómico o local. |
| 2. La organización de los grupos de alumnos, la utilización de los espacios, la coordinación y el trabajo conjunto entre los distintos profesionales del centro y los colaboradores y agentes externos al centro. |

## 4.4. Diseño

La metodología de investigación utilizada ha sido el análisis de contenido para propiciar la reflexión sobre las semejanzas y las diferencias en los resultados

obtenidos en las distintas investigaciones más recientes (Fernández, 2002), que muestran las opiniones del profesorado sobre la aplicación de las dos medidas generales seleccionadas en el presente estudio. Específicamente, se ha desarrollado una investigación descriptiva mediante el uso de la técnica de revisión documental para recopilar los datos extraídos en los estudios analizados (Rojas, 2011).

En cuanto a la búsqueda de las investigaciones, se ha realizado bajo los descriptores "programas de centro", "colaboración centros educativos", "organismos públicos", "expectativas docentes", "prácticas inclusivas", perspectivas profesorado", "estrategias organizativas", "atención a la diversidad", "flexibilización de espacios", "colaboración docente" y "coordinación entre profesionales", en las bases de datos de Dialnet, SciELO y Google Académico. El criterio común para la selección de los documentos fue que en ellos se recogiera la visión de los maestros en relación a la puesta en práctica de las dos actuaciones generales seleccionadas.

Respecto al análisis desarrollado, se exploraron los resúmenes de las investigaciones que presentaban el perfil mencionado anteriormente. Más tarde, se crearon dos categorías correspondientes a cada una de las medidas generales seleccionadas como objeto de estudio en esta revisión: programas, proyectos y actividades en colaboración con organismos públicos del entorno; y organización del alumnado, uso de los espacios y coordinación entre profesionales de la escuela y entre estos y otros agentes del entorno. Así, se consultó el contenido y se realizó una lectura específica de los datos y las conclusiones más relevantes.

## 4.5. Resultados

Los resultados de la revisión se exponen en función de los objetivos a analizar.

Respondiendo al primer objetivo específico relativo a la visión de los profesores sobre la aplicación de proyectos y actividades que fomenten la colaboración del centro educativo con los organismos del entorno, en la tabla 4.2 se refleja la vinculación de esta medida con las diversas investigaciones más relevantes que la analizan, mostrando así los autores de cada estudio, el año de publicación, los métodos utilizados, los temas prioritarios y el ámbito de actuación. Como se puede observar, el estudio de Moral, Arrabal y González (2010) considera la opinión del profesorado de un colegio de Córdoba sobre la Evaluación del Plan Anual del Centro, a través del análisis de Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades (DAFO). En síntesis, se establecen

los efectos positivos que produce el Plan de Convivencia entre los integrantes de la comunidad educativa y el contexto social. Además, los docentes determinan que la relación del centro con el exterior y los distintos organismos del entorno permite la participación de entidades en actividades complementarias y la creación de redes de trabajo colaborativo entre profesores y familias.

Tabla 4.2: Relación entre la primera actuación general y las investigaciones y experiencias educativas que analizan su aplicación desde la perspectiva docente.

| ACTUACIÓN GENERAL | AUTORES Y AÑO | SISTEMA | TEMÁTICA | ÁMBITO |
|---|---|---|---|---|
| *Programas, proyectos y actividades en colaboración con organismos públicos del entorno* | Moral, Arrabal y González (2010). | Cualitativo (entrevista/ análisis DAFO). | Revisión docente del Plan Anual. | Córdoba. |
| | Pareja y Pedrosa (2012). | Mixto (cuestionario/ grupos de discusión). | La convivencia desde la opinión del profesorado. | Granada. |
| | Area y Sanabria (2014). | Cuantitativo (cuestionario). | Expectativas maestros del Programa Escuela 2.0. | Todas las comunidades excepto Madrid y Valencia. |
| | Arnaiz, Azorín y García-Sanz (2015). | Cuantitativo (cuestionario). | Análisis docente de planes de mejora. | Región de Murcia. |
| | Rodríguez-Izquierdo (2016). | Cualitativo (entrevista). | Concepciones maestros sobre educación inclusiva. | Andalucía. |

Por su parte, Pareja y Pedrosa (2012) exponen las percepciones del profesorado sobre el plan de intervención desarrollado en un centro educativo de Granada para mejorar las relaciones y propiciar un clima adecuado entre profesor-alumno. En este sentido, los docentes establecen la necesidad de integrar en el centro a profesionales externos que ayuden a los maestros a trabajar las habilidades sociales con los alumnos y a organizar adecuadamente las normas.

El artículo de Area y Sanabria (2014) muestra las valoraciones de los profesores de distintas comunidades autónomas de España sobre la aplicación del Programa Escuela 2.0, un proyecto relativo al uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en los centros educativos. Así, los resultados establecen una menor influencia de las TIC en la comunicación

familia-escuela y la relación con otros colegios y entre los docentes.

Otros autores como Arnaiz, Azorín y García-Sanz (2015), analizan en cinco centros educativos de la Región de Murcia la planificación, la implementación y la evaluación de los planes de mejora para el fomento de una educación inclusiva, desde el pensamiento de los profesores que imparten enseñanzas en dichos colegios. En su análisis, estos profesionales valoran con una menor puntuación la colaboración entre el profesorado de la universidad y el centro para la planificación de los programas, estableciéndose la necesidad de que los docentes de enseñanzas superiores sean considerados como un apoyo para el desarrollo de las actuaciones de mejora en los colegios.

El trabajo de Rodríguez-Izquierdo (2016) muestra la opinión que los directores de diez centros educativos de Andalucía presentan sobre la educación inclusiva, los valores que orientan el desarrollo de una escuela para todos y las dificultades existentes. Así, en los resultados determinan la importancia del entorno y el apoyo comunitario para el desarrollo de distintos proyectos de educación inclusivos.

En cuanto al segundo objetivo, referente al pensamiento de los docentes sobre la implementación de prácticas educativas relativas a la organización de los escolares, la utilización adecuada de espacios y el trabajo conjunto de los profesionales y agentes internos y externos al centro educativo, en la tabla 4.3 se expone una asociación de esta medida general y los distintos estudios que la abarcan, detallando los datos de los autores de cada investigación, el año de publicación, el sistema utilizado, la materia de investigación y el territorio de intervención. En la aportación de Lledó (2010), se muestra la evaluación de 545 profesores de 184 centros educativos de Alicante, en relación a la respuesta educativa ofrecida al alumnado con NEE a través de los distintos proyectos utilizados en los colegios. En síntesis, el profesorado se posiciona de acuerdo con las medidas organizativas y pedagógicas incluidas en el Proyecto Educativo y destinadas a los escolares con NEE. Asimismo, determinan el papel decisivo de una adecuada organización escolar para una atención a la diversidad en términos de calidad y mantienen un menor grado de satisfacción con los recursos y los apoyos del centro, estableciendo una existencia insuficiente de estos.

La investigación de González-Gil et al. (2013) analiza las necesidades de formación docente para la inclusión consideradas por 400 profesores de diversos colegios de Castilla y León. En los resultados, se observa una adecuada puntuación por parte de los maestros en el trabajo colaborativo y la participación de la comunidad. Por el contrario, ofrecieron una menor valoración al desarrollo de metodologías inclusivas, así como la adecuación del currículum, los

recursos y los apoyos.

En cuanto al trabajo de Arnaiz y Azorín (2014), los docentes de cuatro centros educativos de la Región de Murcia realizan una autoevaluación de los procesos educativos para detectar las necesidades de carácter inclusivo y establecer líneas de actuación. De entre los aspectos positivos, se destaca el respeto hacia los distintos ritmos de aprendizaje en el diseño y la organización de la enseñanza. Como elementos a mejorar, se señalan las estrategias organizativas y metodológicas desarrolladas con el alumnado, la coordinación entre el profesorado de aula y el de apoyo, la consideración de la diversidad de los alumnos, el uso de espacios del centro y del entorno, la relación del centro con el contexto social del medio, la organización de la acción tutorial con los discentes y la participación activa del alumnado.

El estudio de Orteso y Escarbajal (2015) muestra la visión de 28 docentes de dos colegios de la Región de Murcia que evalúan sus competencias inclusivas y, concretamente, sus opiniones sobre la relación de este paradigma educativo con los recursos y las metodologías existentes. En este sentido, la mayoría de profesores considera la necesidad de que existan apoyos en las aulas ordinarias para atender adecuadamente al alumnado.

Las autoras Arnaiz y López (2016a) llevan a cabo un estudio en 15 escuelas públicas y concertadas de la Región de Murcia, en el que el profesorado evalúa el contexto escolar. En concreto, establecen la relevancia de reforzar la flexibilidad de los horarios, los espacios y los agrupamientos para que se ajusten a las necesidades y características de la totalidad del alumnado. También, Arnaiz y López (2016b) analizan, en otra investigación, la perspectiva de los profesores en relación a la formación, la coordinación y el liderazgo docente. Específicamente, estos integrantes de la comunidad educativa determinan la necesidad de fomentar el trabajo en equipo y la toma de decisiones conjunta.

El estudio de Caballero y Escarbajal (2016) se centra en las opiniones de 65 maestros de tres colegios del municipio de Murcia y expone los valores inclusivos y las prácticas educativas que, bajo sus perspectivas, presenta la comunidad educativa. Así, de manera general los profesores consideran como un aspecto positivo la incorporación de los escolares que presentan necesidades específicas de apoyo educativo en las aulas ordinarias, contemplándose su atención a través de los diversos planes, proyectos y programas diseñados en cada escuela.

Garzón, Calvo y Orgaz (2016) muestran la autoevaluación de 82 docentes de 27 centros de Salamanca, Madrid y Zamora sobre sus actitudes inclusivas y las estrategias que desarrollan en las aulas. En este sentido, determinan como fortalezas las medidas de organización y agrupación del alumnado y

Tabla 4.3: Relación entre la segunda actuación general y las investigaciones y experiencias educativas que analizan su aplicación desde la perspectiva docente.

| ACTUACIÓN GENERAL | AUTORES Y AÑO | SISTEMA | TEMÁTICA | ÁMBITO |
|---|---|---|---|---|
| *Organización del alumnado, uso de los espacios y coordinación entre profesionales de la escuela y entre estos y otros agentes del entorno* | Lledó (2010). | Cuantitativo (cuestionario). | Análisis docente de atención al alumnado con Necesidades Educativas Especiales (NEE). | Alicante. |
| | González-Gil et al. (2013). | Cuantitativo (cuestionario). | Autoevaluación docente de necesidades de formación inclusiva. | Castilla y León. |
| | Arnaiz y Azorín (2014). | Cuantitativo (cuestionario). | Autoevaluación maestros de procesos educativos. | Región de Murcia. |
| | Orteso y Escarbajal (2015). | Cuantitativo (cuestionario). | Competencia inclusiva del profesorado. | Región de Murcia. |
| | Arnaiz y López (2016a). | Cuantitativo (cuestionario). | Autoevaluación docente de espacios, agrupamientos y horarios. | Región de Murcia. |
| | Arnaiz y López (2016b). | Cuantitativo (cuestionario). | Autoevaluación profesorado sobre formación, coordinación y liderazgo. | Región de Murcia. |
| | Caballero y Escarbajal (2016). | Cuantitativo (cuestionario). | Autoevaluación maestros sobre valores y prácticas inclusivas. | Región de Murcia. |
| | Garzón, Calvo y Orgaz (2016). | Cuantitativo (cuestionario). | Autoevaluación profesorado de actitudes inclusivas y estrategias de aula. | Salamanca, Zamora y Madrid. |
| | Muñoz (2016). | Cuantitativo (cuestionario). | Autoevaluación docente del contexto escolar. | Región de Murcia. |
| | García y Delgado (2017). | Cualitativo (entrevistas, observación y diarios de investigación). | Conocimiento estrategias didácticas maestros de Pedagogía Terapéutica (PT). | Sevilla. |

el manejo efectivo del aula. Además, consideran algunos aspectos a mejorar como el apoyo al alumnado y la organización del tiempo y de los recursos.

La investigación de Muñoz (2016) expone la autoevaluación de los profesores de un centro de la Región de Murcia sobre el contexto educativo, con la finalidad de establecer fortalezas y debilidades y propiciar una escuela inclusiva. Así, se determinan las dificultades en la flexibilización de los horarios y se delimita como adecuada la adaptación del currículo a la diversidad de características del alumnado.

Por último, el trabajo de García y Delgado (2017) se desarrolla en 49 centros de la provincia de Sevilla y ofrece un análisis sobre las estrategias organizativas que llevan a cabo los especialistas de PT. Concretamente, estos docentes establecieron la relevancia de los elementos metodológicos en el desarrollo de una escuela para todos, destacando el diseño de las adaptaciones curriculares individualizadas, el uso de técnicas y estrategias de experiencia directa y de ayuda entre iguales, así como la correcta planificación de la programación de aula.

## 4.6. Discusión y conclusiones

Según Castaño (2010), la diversidad se manifiesta en cualquier ámbito de nuestras vidas, pues al observar distintas situaciones cotidianas se puede contemplar que cada persona difiere en cuanto a gustos, intereses, género, necesidades o cultura, entre otros aspectos. Enmarcados en este contexto, dicho autor determina que, tanto en la sociedad como en la escuela, se han de aceptar las peculiaridades de cada niño y niña, ofreciendo una respuesta igualitaria y atenta a las necesidades individuales.

Para Ramos (2008), en el PAD se incluyen las medidas de atención a la diversidad pertinentes y planteadas por distintos profesionales para ajustar la respuesta educativa a las necesidades de la totalidad de los escolares. Por ello, en el presente trabajo se han determinado los aspectos más destacables de las investigaciones analizadas sobre las perspectivas del profesorado acerca de la puesta en práctica de las actuaciones generales seleccionadas para el análisis. En este sentido, se han considerado a estos agentes de la comunidad educativa como profesionales que forman parte del diseño y aplicación de las medidas generales de atención a la diversidad.

Profundizando en la temática, Vallejo y Bolarín (2009) indican que son diversos los planes y proyectos desarrollados en los centros educativos con los que se participa con las instituciones públicas, dependiendo su planificación y

desarrollo de las necesidades de cada contexto educativo. Ante esta situación, estos autores establecen que la dificultad de determinar resultados compartidos en las distintas experiencias aumenta. Sin embargo, tras la exploración realizada se puede afirmar la existencia de un denominador común: la conciencia docente de la importancia existente en la colaboración del centro con los organismos del entorno y la necesidad de ahondar en esta relación. En este sentido, coincidiendo con Booth y Ainscow (2011), las escuelas deben conocer y aprovechar los recursos de la comunidad para fomentar los vínculos colegio-medio y propiciar un movimiento inclusivo no solo a nivel escolar sino también a nivel social.

Con respecto a la implementación de medidas relativas a la organización del alumnado, al uso flexible de los tiempos, y la colaboración entre maestros y profesionales que actúan en y fuera de la escuela, el profesorado percibe la relevancia de estas actuaciones para la atención a la diversidad del alumnado, aunque, de manera general, considera diversos aspectos a mejorar en su aplicación:

- Las metodologías inclusivas.
- Los recursos y apoyos existentes orientados a los discentes.
- La participación activa de los escolares.
- La organización del tiempo y los agrupamientos de los escolares.
- Las colaboración entre los docentes del centro que imparten enseñanzas a un mismo alumnado y entre estos y los profesionales y los agentes externos al centro.
- Las estrategias organizativas y metodológicas adaptadas.

En conclusión, el sistema educativo actual se sitúa en un proceso de constante cambio que apuesta por los planteamientos inclusivos y ha de mejorar en el desarrollo de prácticas, valores y actitudes que lleven a cabo esta perspectiva educativa (Martínez, de Haro y Escarbajal, 2010). Por tanto, la inclusión ha de ser el resultado de un compromiso de toda la comunidad educativa y los docentes han de considerar las propuestas atentas a la diversidad para asegurar la calidad, igualdad y equidad en el ámbito educativo (Arnaiz, de Haro y Guirao, 2015).

## 4.7. Referencias

Ainscow, M. (2012). Haciendo que las escuelas sean más inclusivas: lecciones a partir del análisis de la investigación internacional. Revista de Educación Inclusiva, 5(1), 39-49. Recuperado de http://www.ujaen.es/revista/rei/linked/documentos/documentos/15-4.pdf

Area, M. y Sanabria, A.L. (2014). Opiniones, expectativas y valoraciones del profesorado participante en el Programa Escuela 2.0 en España. Educar, 50(1), 15-39. Recuperado de http://www.redalyc.org/html/3421/342130842002/

Arnaiz, P. (1996). Las Escuelas son para Todos. Siglo Cero, 27(2), 25-34. Recuperado de http://www.inclusioneducativa.org/content/documents/Escuelas_Para_ Todos.pdf

Arnaiz, P. (2012). Escuelas eficaces e inclusivas: cómo favorecer su desarrollo. Educatio Siglo XXI, 30(1), 25-44. Recuperado de http://revistas.um.es/educatio/article/view/149121/132111

Arnaiz, P. y Azorín, C.M. (2014). Autoevaluación para la mejora de los procesos educativos en escuelas que caminan hacia la inclusión. Revista Colombiana de Educación, 67(2), 227-245. Recuperado de http://www.redalyc.org/pdf/4136/413638647006.pdf

Arnaiz, P. y López, R. (2016a). Espacios, agrupamientos y horarios flexibles para la inclusión educativa. Comunicación presentada en el IV Congreso Internacional de Investigación e Innovación en Educación Infantil y Primaria, Murcia, España. Texto completo recuperado de http://congresos.um.es/content/coni3p/9788460881896.pdf

Arnaiz, P. y López, R. (2016b). Formación, coordinación y liderazgo en la construcción de una escuela inclusiva. Comunicación presentada en el IV Congreso Internacional de Investigación e Innovación en Educación Infantil y Primaria, Murcia, España. Texto completo recuperado de http://congresos.um.es/content/coni3p/9788460881896.pdf

Arnaiz, P., Azorín, C.M. y García-Sanz, M.P. (2015). Evaluación de planes de mejora en centros educativos de orientación inclusiva. Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado, 19(3), 326-346. Recuperado de http://www.redalyc.org/pdf/567/56743410022.pdf

Arnaiz, P., Berruezo, P. e Illán, N. (1999). Concepto y orígenes de la Educación Especial. En P. Arnaiz (Coord.), Bases Pedagógicas de la Educación Especial (pp. 15-25). Murcia, España: Diego Marín.

Arnaiz, P., de Haro, R. y Guirao, J.M. (2015). La evaluación en educación pri-

maria como punto de partida para el desarrollo de planes de mejora inclusivos en la Región de Murcia. Revista Electrónica de Formación del Profesorado, 18(1), 45-101. Recuperado de http://revistas.um.es/reifop/article/view/214351/170531

Booth, T. y Ainscow, M. (2011).Guía para la Educación Inclusiva: Desarrollando el aprendizaje y la participación en los centros escolares (3a ed.). Bristol, England: Centre for Studies in Inclusive Education (CSIE). Recuperado de http://www.fuhem.es/media/educacion/File/Guia_ Educacion_ Inclusiva_ FUHEM.pdf

Booth, T., Nes, K. y Stromstad, M. (2003).Developing Inclusive Teacher Education. London, England: RoutledgeFalmer. Retrieved from https://books.google.es/books?hl=es& lr=& id=Z26CAgAAQBAJ& oi=fnd& pg=PR9& dq=booth+inclusive+education& ots=A8O6zFA40E & sig=2BgG8BpGmqJ2wdhIuhOByIoZFgM# v=onepage& q=booth %20 inclusive %20education& f=false

Caballero, C.M. y Escarbajal, A. (2016). Autoevaluación docente en centros de educación primaria para una educación inclusiva. Comunicación presentada en el IV Congreso Internacional de Investigación e Innovación en Educación Infantil y Primaria, Murcia, España. Texto completo recuperado de http://congresos.um.es/content/coni3p/9788460881896.pdf

Castaño, R. (2010). El Curriculum y la Atención a la Diversidad en las etapas de la Educación Básica, Primaria y Secundaria Obligatoria, en el marco de la Ley Orgánica de Educación. Revista educativa digital, 6, 5-26. Recuperado de file:///C:/Users/fenix/Desktop/Dialnet-ElCurriculumYLaAtencionALa DiversidadEnLasEtapasDeL-3286946.pdf

Decreto por el que se establece y regula la respuesta educativa a la diversidad del alumnado en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (Decreto nº 359/2009, 30 octubre). Boletín Oficial de la Región de Murcia, nº 254, 2009, 3 noviembre. Recuperado de https://www.carm.es/web/pagina? IDCONTENIDO=4463& IDTIPO=100& RASTRO=c148$m

Echeita, G. (2006). Educación para la inclusión o educación sin exclusiones. Madrid, España: Narcea.

Fernández, F. (2002). El análisis de contenido como ayuda metodológica para la investigación. Revista de Ciencias Sociales, 2(96), 35-53. Recuperado de http://www.redalyc.org/pdf/153/15309604.pdf

García, F.J. y Delgado, M. (2017). Estrategias de enseñanza como respuesta a la diversidad: Concepciones y prácticas del pedagogo terapéutico. Revista Na-

cional e Internacional de Educación Inclusiva, 10(1), 103-116. Recuperado de http://www.revistaeducacioninclusiva.es/index.php/REI/article/view/265/276

Garzón, P., Calvo, M.I. y Orgaz, M.B. (2016). Inclusión educativa. Actitudes y estrategias del profesorado. Revista Española de Discapacidad, 4(2), 25-45. Recuperado de http://www.cedd.net/redis/index.php/redis/article/view/198/pdf_ 42

González-Gil, F., Martín-Pastor, E., Flores, N., Jenaro, C., Poy, R. y Gómez-Vela, M. (2013). Inclusión y convivencia escolar: análisis de la formación del profesorado. European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education, 3(2), 125-135. Recuperado de https://gredos.usal.es/jspui/bitstream/10366/123429/1/30-124-1-PB.pdf

Illán, N. y Molina, J. (2004). La atención a la diversidad. Perspectiva histórica y tendencias actuales (1. ª ed.). [CD-ROM]. Murcia: Execuo.

Laurin-Bownie, C. (2009). Mejor Educación para Todos: cuando se nos incluya también. Salamanca, España: Instituto Universitario de Integración en la Comunidad (INICO). Recuperado de http://inclusion-international.org/wp-content/uploads/2009/07/Mejor-Educacion-para-Todos_ Un-Informe-Mundial_ Octubre-2009.pdf

Ley Orgánica de Educación (LOE) (Ley Orgánica 2/2006, 3 de mayo). Boletín Oficial del Estado, nº 106, 2006, 4 de mayo. Recuperado de https://www.boe.es/boe/dias/2006/05/04/pdfs/A17158-17207.pdf

Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE) (Ley Orgánica 8/2013, 9 de diciembre). Boletín Oficial del Estado, nº 295, 2013, 10 diciembre. Recuperado de https://www.boe.es/boe/dias/2013/12/10/pdfs/BOE-A-2013-12886.pdf

Lledó, A. (2010). Una revisión sobre la respuesta educativa de los centros escolares en el cambio hacia la inclusión educativa. Revista Educación Inclusiva, 3(3), 1-16. Recuperado de http://www.revistaeducacioninclusiva.es/index.php/REI/article/view/173/167

Martínez, R., de Haro, R. y Escarbajal, A. (2010). Una aproximación a la educación inclusiva en España. Revista de Educación Inclusiva, 3(1), 149-164. Recuperado de http://revistaeducacioninclusiva.es/index.php/REI/article/view/217/211

Moral, A., Arrabal, J.M. y González, I. (2010). Nuevas experiencias de evaluación estratégica en los centros educativos. La aplicación de una matriz DAFO en el centro de educación infantil y primaria "mediterráneo" de Córdoba. Es-

tudios sobre educación, 18, 165-200. Recuperado de http://dadun.unav.edu/bitstream/10171/9825/2/ESE_ 18_ 8.pdf

Muñoz, N. (2016). Analizar el contexto escolar para caminar hacia la interculturalidad. Comunicación presentada en el IV Congreso Internacional de Investigación e Innovación en Educación Infantil y Primaria, Murcia, España. Texto completo recuperado de http://congresos.um.es/content/coni3p/9788460881896.pdf

Orden por la que se regula el Plan de Atención a la Diversidad de los Centros Públicos y Centros Privados Concertados de la Región de Murcia (Orden de 4 de junio de 2010). Boletín Oficial de la Región de Murcia, nº 137, 2010, 17 de junio. Recuperado de https://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=23399& IDTIPO=100& RASTRO=c148$m4463

Orteso, P. y Escarbajal, A. (2015). Estudio sobre la competencia inclusiva en el profesorado de la Región de Murcia. En A. Mirete y R. Nortes (Eds.), Investigación e Innovación: una constante necesaria en la formación del profesorado (pp. 227-228). Murcia, España: Editum.

Pareja, J.A. y Pedrosa, B. (2012). Mejora de la convivencia a través de la investigación-acción participativa. Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado, 16(3), 467-491. Recuperado de http://www.ugr.es/ recfpro/rev163COL14.pdf

Parrilla, A. (2002). Acerca del origen y sentido de la Educación inclusiva. Revista de educación. Educación inclusiva, 327, 11-30. Recuperado de https://www.mecd.gob.es/dctm/revista-de-educacion/numeros-completos/ re327.pdf?documentId=0901e72b8125305b

Ramos, J.F. (2008). La respuesta educativa al alumnado con altas capacidades desde el enfoque curricular: del plan de atención a la diversidad a las adaptaciones curriculares individuales. FAÍSCA. Revista de altas capacidades, 13(15), 40-49. Recuperado de http://europa.sim.ucm.es/compludoc/AA?articuloId=738540

Rodríguez-Izquierdo, R.M. (2016). Educación inclusiva: Perspectiva de los directores de centros escolares en Andalucía, España. Revista de Ciencias Sociales, 22(3), 22-34. Recuperado de http://www.redalyc.org/pdf/280/28049146003.pdf

Rojas, I.R. (2011). Elementos para el diseño de técnicas de investigación: una propuesta de definiciones y procedimientos en la investigación científica. Tiempo de Educar, 12(24), 227-297. Recuperado de

http://www.redalyc.org/pdf/311/31121089006.pdf

Santos, M.A. (2002). Organizar la diversidad. Cuadernos de Pedagogía, 311, 76-80.Recuperado de http://educar.unileon.es/Didactic/Temas/CP311024.pdf

Susinos, T. (2002). Un recorrido por la inclusión educativa española. Investigaciones y experiencias más recientes. Revista de educación. Educación inclusiva, 327, 49-68. Recuperado de https://www.mecd.gob.es/dctm/revista-de-educacion/numeros-completos/re327.pdf?documentId=0901e72b8125305b

Vallejo, M. y Bolarín, M.J. (2009). Los programas de atención a la diversidad y los centros de educación secundaria: claves organizativas, recursos, adscripción del profesorado y valoración de los programas por el profesorado. Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado, 13(3), 143-155. Recuperado de http://www.redalyc.org/pdf/567/56712871006.pdf

# Capítulo 5

# Violencia filioparental en menores de la Comunidad Andaluza: el síndrome del emperador

# Violencia filioparental en menores de la Comunidad Andaluza: el síndrome del emperador

José María Lima Reina
Centro Crímina para el estudio y prevención de la delincuencia
Universidad Miguel Hernández de Elche
josemaria.lima@um.es

**Resumen:** El presente trabajo tiene como finalidad realizar un estudio de la violencia filioparental en menores internados en un centro de la Comunidad Andaluza. El objetivo principal es averiguar qué porcentaje de menores ingresados en el centro de menores "la Marchenilla" por delitos de violencia filioparental padecen el «síndrome del emperador». Con ello, se pretende conocer cuál de las cuatro hipótesis que se plantean pueden ser verificadas. Para ello, se elabora un cuestionario y se realizan entrevistas estructuradas para recoger los datos necesarios sobre las variables que son objeto de nuestra investigación. El propósito de esta investigación es arrojar un poco más de luz sobre esta interesante cuestión, que acompañará, por desgracia, siempre al ser humano: la violencia. En este caso en concreto, la violencia de hijos a padres, abuelos, etc., conocida como violencia filioparental, la cual en los últimos años ha ido en aumento y se ha convertido en un grave problema para la sociedad.

**Palabras clave:** Violencia filioparental, síndrome del emperador, Andalucía, Marchenilla.

## 5.1. Introducción

La elección del tema de la violencia filioparental se debe a la importancia que ha tenido, y tiene en la actualidad, este tipo de violencia, lo que hace que resulte de interés analizar en profundidad las causas que la producen, quienes la sufren y ver si existen herramientas para poder erradicarla o por lo menos controlarla. Bandura (1959) desarrolló la "teoría del aprendizaje social" en la que describía las conductas antisociales y delictivas centrándose en la violencia familiar, entre los progenitores o entre ellos y sus hijos. Esta teoría trataba de explicar que la violencia se puede desarrollar mediante la observación de otros individuos. Así, los hijos a través de un proceso de aprendizaje por observación pueden ser violentos tanto en el entorno familiar como en el social. Posteriormente, Bandura (1986) modificó su teoría y la denominó "teoría social cognitiva" realizando una descripción pormenorizada de la forma en la que se aprenden las experiencias sociales. En tiempos más remotos, este tipo de violencia se encontraba circunscrita –casi con exclusividad– a aquellas personas que padecían algún trastorno mental o presentaban rasgos antisociales o psicopatías. Sin embargo, en la actualidad, este tipo de episodios violentos se producen de manera cada vez más habitual, los cuales son perpetrados por una persona hacia sus progenitores y/o familiares mayores. Estos jóvenes son considerados, en muchos casos, mentalmente sanos, muchos de los cuales pertenecen a familias de niveles socio-económicos y educativos medios y altos. Además, estos actos de violencia se desarrollan aparentemente sin motivos justificados; donde los menores amenazan, intimidan o agreden a sus progenitores con la única finalidad de controlarlos e imponer su autoridad en el seno familiar. En este contexto, se podría afirmar que la violencia filioparental no entiende de clases sociales, ya que la misma está presente en una gran diversidad de familias. A menudo, los medios de comunicación se hacen eco de este fenómeno que podría ser considerado, en cierta medida, como novedoso y emergente en nuestra sociedad, y que, cada vez más, está adquiriendo unos tintes alarmantes. Este nuevo tipo de violencia se ha denominado "síndrome del emperador", siendo definido como un trastorno de la conducta que afecta a los niños y en el que se desafía la autoridad de los padres. La Fiscalía General del Estado se hace eco del fenómeno y recoge en su circular número 1/2010 que los malos tratos familiares protagonizados por los menores están proliferando últimamente de forma que «como mínimo cabría calificar este hecho de preocupante». Como dato, cabe señalar que, en el año 2007, la Fiscalía registró 2.683 casos de violencia filioparental; en 2008 se registraron 4211 casos; en el año 2013, fueron 4.659 casos; en 2014, hubo 4.753 procedimientos; y en 2015, 4898 casos. Por tanto,

como se puede apreciar este tipo de violencia, en lugar de ir disminuyendo, va incrementándose año tras año. Esta investigación tiene como objetivo globale, por una parte, comprender la importancia de la violencia filioparental y analizar cómo afecta en el posterior desarrollo de los menores infractores. Para ello, el estudio engloba una muestra compuesta por todos los menores internos en "la Marchenilla"; un Centro de Internamiento de Menores Infractores ubicado en Algeciras, provincia de Cádiz. Los datos para la realización del estudio son facilitados por el subdirector del centro. Por otra parte, el otro objetivo global de esta investigación es conocer y aplicar los principios y metodologías de la investigación. Para ello, se analizan en profundidad los inicios de las mismas contextualizándolas en las diferentes sociedades, y se recogen los análisis e interpretaciones existentes para presentar las conclusiones. En este conexto, la principal hipótesis que se plantea es demostrar que se ha superado el 8 % de menores con rasgos de psicopatía, trastorno disocial y ausencias de dinámicas de violencia intrafamiliar, al que se refieren Ulman y Strauss (2002) en su investigación; quedando en la actualidad superado dicha cifra, la cual puede llegar hasta el 12 %, lo que sería indicativo de la delicada tendencia ascendente que está produciendo en este tipo de conductas. En torno a esta hipótesis principal se plantean otras en relación a la edad en la que por primera vez estos menores tienen contacto con la Justicia Juvenil (es decir, momento en el que estos menores se ven abocados a comparecer ante un fiscal o juez por la presunta comisión de un hecho delictivo), así como la edad en la que aparecieron visiblemente las conductas problemáticas en el hogar familiar (tales como, malas conductas, «pataletas» intensas o rotura de objetos). Por último, se testa el hecho de que estos menores tienen una adaptación más difícil a la que sería la habitual dentro del centro donde se encuentran internados cumpliendo la medida de internamiento que les ha sido impuesta. De este modo, los objetivos específicos, que, a su vez, desencadenan las diferentes hipótesis a contrastar, son los siguientes:

1. Comprobar la existencia de diferencias entre maltrato filioparental con el subtipo más agravado al que hace referencia Garrido Genovés (2008), tomando como rasgos característicos la constancia de trastornos de la psicopatía y disocial, unido a que no haya "razón" alguna para realizar esas conductas, es decir, que los padres hayan educado a sus hijos en un estilo educativo adecuado (entendiendo que si los hijos son educados en un estilo educativo permisivo o inconsistente, en un futuro se convertirán en hijos caprichosos, no en maltratadores). Por ello, se desea confirmar que aproximadamente el 12 % de los menores ingresados en este centro por delitos de violencia filioparental padecen el "síndrome del emperador" (1ª hipótesis).

2. Verificar si este tipo de violencia específica hacia los padres es más temprana en su aparición que otras formas de violencia filioparental. Al considerar que hay menores de 15 años internados que padecen el denominado "síndrome del emperador", se parte de la hipótesis de que «los menores que padecen este síndrome tienen un contacto con la justicia juvenil a una edad más temprana que el resto de menores que cometen otros delitos de violencia filioparental no vinculados a este síndrome» (2ª hipótesis). Además, también se testa si «la edad de aparición de las conductas de violencia filioparental en estos menores es más prematura que en los demás tipos de violencia filioparental, centrándose ésta entre los 10-12 años de edad» (3ª hipótesis).

3. Analizar el grado de adaptación en el centro de menores que padecen este síndrome (es decir, testar, por ejemplo, si éstos son más agresivos o disruptivos). De este modo, la última hipótesis estaría estrechamente vinculada con el hecho de que «estos menores sí ofrecen una mayor dificultad de adaptación a la convivencia del centro, siendo más reticentes a la hora de cumplir las normas y ser disciplinados, partiendo de la idea de que son más agresivos» (4ª hipótesis). Este capítulo se estructura en siete apartados. Tras esta introducción, en el segundo apartado se desarrolla el marco teórico. A continuación, el tercer apartado indica los aspectos metodológicos seguidos en esta investigación. Seguidamente, los apartados cuarto y quinto se destinan al desarrollo de la violencia filioparental y del síndrome del emperador, respectivamente. Los principales resultados obtenidos se exponen en el sexto apartado y, finalmente, las conclusiones son descritas en el último apartado.

## 5.2. Marco teórico

Existen dos fases diferenciadas desde las que puede ser analizado el marco teórico. La fase heurística y la fase hermenéutica. En la primera, se procede a la búsqueda y recopilación de las fuentes de información relacionadas con la violencia filioparental; mientras que en la segunda se analizan, interpretan y clasifican las fuentes de información para determinar cuáles pueden ser relevantes en relación a este estudio. Ciñéndonos a un estudio personalizado en un centro de menores podemos extraer conclusiones relevantes para nuestra exposición. Esta es la mejor forma de obtener unos datos fiables puesto que la otra opción sería a través de las denuncias formuladas por los padres hacia los hijos, lo cual es imposible de acotar. Las entrevistas a estos menores ingresados por violencia filioparental u otras causas nos indicaran el porcen-

taje de menores que cumplen con las características que son el objeto de este estudio, el "síndrome del emperador". Según Urra (2006) el menor que es educado de forma incorrecta puede manifestar síntomas del "hijo dictador". Además, afirma que esto se puede agravar si consumen drogas o alcohol por lo que mediante las entrevistas que hemos realizado con los menores, se intenta descubrir todos los condicionantes que han podido provocar este tipo de violencia. La violencia filioparental es bastante más común de lo que se puede pensar, aunque desgraciadamente no se habla mucho de ella, bien porque no se comentan los datos estadísticos, bien porque muchos progenitores afectados no denuncian los casos por diversidad de motivos (vergüenza, temor, etc.). Para poder erradicar este tipo de violencia, es fundamental que se conozcan todos los abusos producidos por los menores, para poder así tomar las medidas oportunas que se encaminen a erradicar y prevenir la violencia. Con el objeto de dirimir eficazmente con aquellos jóvenes que maltratan a sus padres, hay que distinguir las características y especificidades que reúnen cada uno de estos individuos, agrupándolos en grupos homogéneos, de modo que puedan recibir un mismo programa de tratamiento, y de esta forma establecer previamente programas que sean igualmente efectivos. Lógicamente, habría que distinguir a aquellos menores que han tenido un mal aprendizaje de aquellos jóvenes a los que Garrido Genovés denomina que sufren el "síndrome del emperador" y que, con el tiempo, darán lugar a la «psicopatía en la edad adulta» (Garrido Genovés, 2008). Este autor viene a señalar que, este hecho afectará a más menores y adolescentes, al estar éstos cuantitativamente más implicados en episodios de violencia filioparental, en los que se aprecia un aumento anual en el número de menores que comenten alguna infracción relacionada con este tipo de violencia. Prosigue dicho autor relatando que, aquellos menores con rasgos de psicopatía y trastorno disocial que maltratan a sus progenitores y que padecen el "síndrome del emperador", son proclives a agredir a otras personas con el paso del tiempo, soliendo convertirse en potenciales delincuentes y pudiendo llegar a cometer otros delitos más graves.

## 5.3. Metodología

Una vez fijado los objetivos de estudio, se considera utilizar una metodología descriptiva y analítica. En particular, se realiza una descripción del tema a lo largo de la historia y se evalúan los contenidos referidos al mismo. Posteriormente, se emplea un método analítico para poder explicar e interpretar a nivel estadísticos lo expuesto, y con ello extraer conclusiones sobre este tema.

Para la recogida de información, se elaboran diversos cuestionarios para realizar entrevistas con diversos sectores implicados. Indicar que las entrevistas son abiertas y constan de un número de preguntas determinadas, formuladas de forma ordenada y relacionadas con el objeto de la investigación, las cuales son dirigidas a los profesionales de este centro, menores y a los familiares de los menores. Las preguntas de las entrevistas en profundidad serán abiertas para que el entrevistado pueda expresar todo lo que quiera sin limitaciones, pero siguiendo unas directrices acordes con los objetivos propuestos en nuestra investigación. Gracias a la información cualitativa obtenida mediante la colaboración de los profesionales, menores y padres de los menores entrevistados previamente, elaboraremos un cuestionario para realizar una encuesta estructurada con preguntas cerradas que nos ayudará a verificar o descartar las hipótesis de partida de nuestra investigación. Por tanto, en primer lugar, se elabora un cuestionario para entrevistar a los menores internados en el centro con la finalidad de poder recoger los datos necesarios sobre las variables objeto del estudio. Adicionalmente, se accederá a cierta información contenida en el expediente personal y disciplinario del menor. Tras ello, se deben comprobar los rasgos de psicopatía que presentan los menores a través de una prueba específicamente diseñada para ello. (Escala de Cribado para el desarrollo Antisocial de Robert Hare y Paul Frick). En todo caso, se debe recordar que para que alguien pueda ser diagnosticado como psicópata tiene que tener 18 años. En segundo lugar, se realizan entrevistas en profundidad no estructuradas a los profesionales del ámbito de justicia juvenil. Estos profesionales son, básicamente, aquéllos que conforman el equipo técnico del centro donde se realiza el estudio, ya que éstos reúnen los conocimientos técnicos necesarios para orientar y colaborar en esta investigación (en particular, proporcionan recomendaciones sobre la escala adecuada para comprobar la presencia de rasgos de psicopatía en los menores). Indicar que estas entrevistas son realizadas con anterioridad a las de los menores. En tercer lugar, también se realizan entrevistas no estructuradas a los padres de los menores, al objeto de obtener datos relevantes que puedan facilitar la realización de los cuestionarios para recopilar los datos necesarios para la presente investigación. Por otra parte, indicar que se ha pretendido realizar un proyecto de investigación sobre las características diferenciales del perfil delictivo entre menores sometidos a medidas penales. Por ello, el estudio se centra en los menores que han sido sentenciados por maltrato filioparental y por el subtipo de violencia más agravado denominado "síndrome del emperador", estando compuesta la muestra por adolescentes internados en el Centro de Internamiento de Menores Infractores de "la Marchenilla". Finalmente, indicar que, debido a la complejidad del tema y a la gran sensibilidad del ámbito en el que se desarrolla esta investigación, todas las entrevistas se

han realizado respetando la privacidad de los sujetos e intentando que no se produzca impacto negativo alguno en los sujetos participantes en el presente estudio.

## 5.4. Violencia filioparental

La Organización Mundial de la Salud define la violencia como «toda acción u omisión intencional que, dirigida a otra persona, tiende a causarle daño físico, psicológico, sexual o económico» (OMS, 2002). Por consiguiente, existen distintos tipos de violencia (física, psicológica, negligente, de abuso sexual, maltrato económico, etc.), los cuales pueden clasificarse de acuerdo al contexto en el que se produzca: intrafamiliar, política, escolar, laboral, etc. El Programa Daphne III (2007 p. 218), realizado con soporte financiero de la Unión Europea, y coordinado por la Asociación Arcos de Altea, en el que también colabora la Universidad de Alicante, contiene una definición de lo que se entiende por violencia filioparental: «todo acto realizado por los hijos contra sus padres, tutores o guardadores, con la finalidad de utilizarlos o tiranizarlos. Con esta actuación los hijos buscan causar daño y/o molestia permanente, utilizando la incomprensión como axioma; amenazan o agreden para dar respuesta a un hedonismo y nihilismo creciente, muestran conductas de desapego transmitiendo a los padres que no les quieren». Con estas conclusiones están en desacuerdo Garrido Alba (2010), respecto al hedonismo y nihilismo, ya que solamente ocurre en pocos casos que «los tipos de violencia usados por estos tiranos son de tipo físico, emocional y económico» (Garrido y Alba, 2010). Este tipo de violencia comparte, con el resto de modelos, la búsqueda del "control" y del "poder" en la familia, aunque se diferencia de éstas en la "consecución" de objetivos. El nuevo perfil se refiere a las agresiones ejercidas por adolescentes aparentemente "normalizados", que están incardinados en cualquier estrato social, con conductas violentas más o menos extendidas, las cuales se originan dentro del ámbito familiar, y casi suelen limitarse a este ámbito. El espectro de edades de los agresores es amplio, aunque es más frecuente en adolescentes, y no es extraño que se trate de chicos y chicas que no sólo no son agresivos en casa, sino también en otros contextos. En ellos suele ser habitual el consumo de tóxicos, pero no en mayor medida que la población de su edad (Romero Blasco et al., 2005).

### 5.4.1. Datos sobre la violencia filioparental

Destacar la información aportada por las Memorias de la Fiscalía General del Estado. Se constata que, entre 2007 y 2015, el número de procedimientos abiertos por las Fiscalías de Menores (con sedes en las distintas Comunidades Autónomas) por delitos de violencia doméstica y de género se han duplicado, pasando de 2.683 a 4.898. Las estadísticas se mantienen con ligeras fluctuaciones.

Tabla 5.1: Número de procedimientos por delitos de violencia familiar ascendente.

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Procedimientos por delitos de violencia doméstica y de género** | 2.683 | 4.211 | 5.209 | 4.995 | 5.377 | 4.936 | 4.659 | 4.753 | 4.898 |

Fuente: Memorias de la Fiscalía General del Estado 2016.

Por su parte, las condenas de menores han ido en progresivo descenso en todas las franjas de edad. La edad a la que se siguen cometiendo más actos delictivos es la de 17 años. Por otra parte, queda reflejado que la edad de comisión de los delitos que menos ha disminuido es la de 14 años. A la vista de los datos totales, se puede afirmar que la tasa de delincuencia ha disminuido con respecto a 2009, aunque las cifras aumentan un año y disminuyen al siguiente sin que pueda encontrarse justificación alguna a estas fluctuaciones.

En la tabla 5.3 se ve una comparativa, en los 10 últimos años, entre los menores condenados con una sentencia firme. Habría que añadir a estos datos que los menores varones son mayoría a pesar de que, en los últimos años, el número de mujeres se ha incrementado, aunque predominantemente este tipo de delincuencia es ejercida preferentemente por varones.

En la tabla 5.4 se aprecia la existencia de una mínima reducción de la tasa de criminalidad (relacionándose el número de delitos y la población de 14 a 17 años residente en España) durante el mismo periodo temporal, siendo esta minoración del 1,22 % al 1,08 %. Además de disminuir el porcentaje de detenidos año tras año, también disminuye el número de jóvenes que hay cada año.

A continuación, en la tabla 5.5 se reflejan los datos concernientes a los menores ingresados por delitos de violencia filioparental en el centro de menores

Tabla 5.2: Menores condenados por edades.

| Años Edad | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **14** | 2.728 | 2.843 | 2.717 | 2.597 | 2.403 | 2.558 | 2.440 | 2.262 |
| **15** | 4.009 | 4.029 | 3.782 | 3.667 | 3.323 | 3.416 | 3.206 | 3.119 |
| **16** | 5.233 | 5.356 | 5.062 | 4.719 | 4.219 | 4.223 | 3.929 | 3.640 |
| **17** | 5.602 | 6.010 | 5.478 | 5.189 | 4.799 | 4.851 | 4.406 | 3.907 |
| **Total** | 17.572 | 18.238 | 17.039 | 16.172 | 14.744 | 15.048 | 13.981 | 12.928 |

Fuente: Instituto Nacional de Estadística 2016.

Tabla 5.3: Comparativa de menores condenados por sentencia firme.

| Años | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 13.631 | 15.919 | 17.572 | 18.238 | 17.039 | 16.172 | 14.744 | 15.048 | 13.981 | 12.928 |

Fuente: Anuario del Ministerio del Interior 2017.

objeto de nuestro estudio, "la Marchenilla". Dada la privacidad y la sensibilidad de esta información, no estaban actualizados en la fecha en la que se realizó la investigación. Destacar que los menores de 14 años son el grupo predominante.

En la tabla 5.6 se refleja la incidencia porcentual de los menores internos en "la Marchenilla" que han cometido delitos de violencia filioparental en relación con el número total de menores internados en dicho centro. En cuanto a la edad, vuelve a ser patente que los menores de 14 años son mayoría.

En la tabla 5.7 se refleja la incidencia porcentual de las edades de los menores internos en "la Marchenilla" que han cometido delitos de violencia filioparental, pudiendo comprobarse un incremento exponencial en casi todas las edades. El único descenso se produjo en el año 2010, en el caso de menores cuya edad era de 16 años en el momento de ejercer ese tipo de violencia hacia sus progenitores.

Tabla 5.4: Población juvenil y porcentaje de detenidos.

| Años | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Población | 1.999.467 | 1.923.312 | 1.879.742 | 1.854.043 | 1.832.876 | 1.826.206 | 1.815.260 | 1.814.676 |
| Detenidos | 24.322 | 25.305 | 25.699 | 23.402 | 23.123 | 21.677 | 21.174 | 19.648 |
| % Detenidos | 1,22 | 1,32 | 1,37 | 1,26 | 1,26 | 1,19 | 1,17 | 1,08 |

Fuente: Anuario del Ministerio del Interior 2008.

Tabla 5.5: Menores ingresados por comisión de delitos de violencia filioparental.

| Año | | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Violencia de género ascendente (%) | | 7 | 11 | 31 | 34 | 50 | 48 | 46 |
| Edad comisión infracción | 14 | - | 1 | 5 | 8 | 11 | 14 | 15 |
| | 15 | 2 | 3 | 7 | 7 | 13 | 12 | 12 |
| | 16 | 2 | 3 | 10 | 10 | 14 | 13 | 10 |
| | 17 | 3 | 4 | 9 | 9 | 12 | 9 | 9 |
| Total menores ingresados | | 71 | 86 | 231 | 245 | 271 | 231 | 212 |

Fuente: "Marchenilla" Centro de menores infractores 2012.

Para poder conocer algunos de los motivos que inducen a los más jóvenes a cometer una serie de delitos determinados es importante definir la forma de actuar los adultos con respecto a su educación. En este sentido, en las tablas anteriores se muestran brevemente los distintos estilos educativos, lo cual puede ayudar a conocer ciertas virtudes o carencias que poseen los menores sobre la base de tales estilos.

## 5.5. Síndrome del emperador

Los jóvenes pueden utilizar el abuso o la violencia hacia sus progenitores por un número elevado de razones. Una de las más comunes es que algunos de ellos pueden haber percibido estas conductas violentas entre sus padres o, en su caso, si uno de sus progenitores ha mostrado actitudes violentas hacia sus hijos generará una "normalización" de ese comportamiento, el cual será reproducido en el futuro por estos menores como si se tratara de algo

Tabla 5.6: Porcentaje de menores en la Marchenilla por violencia filioparental.

| Año | | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Violencia filioparental (%) | | 9,86 % | 12,79 % | 13,42 % | 13,88 % | 18,45 % | 20,80 % | 21,70 % |
| Edad comisión infracción | 14 | 0% | 1,16% | 2,16% | 3,27% | 4,43% | 6,06% | 6,60% |
| | 15 | 2,82 % | 3,49% | 2,60% | 2,86% | 4,80% | 5,19% | 5,19% |
| | 16 | 2,82 % | 3,49% | 2,60% | 4,08% | 5,17% | 3,90% | 4,72% |
| | 17 | 4,23 % | 4,65% | 2,16% | 3,67% | 4,06% | 5,63% | 3,77% |
| Total menores ingresados | | 71 | 86 | 231 | 245 | 271 | 231 | 212 |

Fuente: "Marchenilla" Centro de menores infractores 2012.

cotidiano y normal. En particular, la violencia en los menores puede deberse a una serie de factores, entre los cuales destacan el hecho de que los menores. . .

- No han aprendido a controlar o manejar los sentimientos, especialmente la ira. Actúan por impulsos sin utilizar ningún autocontrol.
- No han aprendido a lidiar con el estrés de la vida, a resolver problemas o a cooperar con los que le rodean.
- Piensan que es su derecho a tener todas sus demandas, se vuelven egoístas.
- No valoran ni respetan a otras personas, y tampoco las propiedades de éstos.
- Ven a su padre como alguien débil aunque en la mayoría de los casos, suelen ver a su madre como la más vulnerable.
- En ocasiones el consumo de alcohol o las drogas les aleja del mundo real y entran en contacto con la violencia.

El perfil de lo que se ha denominado "pequeño tirano", en palabras de Vicente Garrido (2008), es: «el de un varón de unos 9 a 17 años, hijo único y de clase media-alta. Con un comportamiento agresivo (verbal o físico) y/o conductas desafiantes o provocadores de ira en los padres y de violación de las normas y límites familiares».

Tabla 5.7: Porcentaje de las edades de los menores por delitos de violencia filioparental.

| Año | | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Edad comisión infracción | 14 | 0% | 09,09 % | 16,13 % | 23,53 % | 22,00 % | 29,17 % | 32,61 % |
| | 15 | 28,57 % | 27,27 % | 22,58 % | 20,59 % | 26,00 % | 25,00 % | 26,09 % |
| | 16 | 28,57 % | 27,27 % | 32,26 % | 29,41 % | 28,00 % | 27,08 % | 21,74 % |
| | 17 | 42,86 % | 36,36 % | 29,03 % | 26,47 % | 24,00 % | 18,75 % | 19,56 % |
| Total menores ingresados por violencia de género ascendente | | 7 | 11 | 31 | 34 | 50 | 48 | 46 |

Fuente: "Marchenilla" Centro de menores infractores 2012.

## 5.6. Resultados

Los resultados alcanzados en la investigación han sido los siguientes:

### 5.6.1. 1ª hipótesis

El objetivo pretendido con la 1ª hipótesis es comprobar que aproximadamente el 12 % de los menores ingresados en "la Marchenilla" manifiestan el «síndrome del emperador». Para ello, se tiene que comprobar previamente las siguientes características que, según Garrido Genovés (2008), deben reunir los niños y adolescentes maltratadores para ser denominados como tales:

- Existencia de rasgos definitorios del trastorno de la psicopatía o características estrechamente vinculadas al trastorno disocial.
- Que los menores no hayan sido testigos de violencia entre sus padres, ni tampoco hayan sido objeto de malos tratos.
- Que los menores hayan sido educados en un contexto educativo adecuado (ya que si los hijos son educados dentro de un estilo permisivo o inconsistente, existe una elevada propensión a convertirse en menores

Tabla 5.8: Tabla descriptiva de estilos educativos. Torio et al (2008).

| ESTILO EDUCATIVO | COMPONENTES | CARACTERÍSTICAS |
|---|---|---|
| Adecuado | Mucho control<br>Mucha calidez | Aceptan la progresiva autonomía de sus hijos. Comunicación abierta; reglas flexibles. Estos niños son los mejor ajustados: con más confianza personal, autocontrol y socialmente competentes; mejor desempeño escolar y elevada autoestima. |
| Autoritario | Mucho control<br>Poca calidez | Dan órdenes y esperan ser obedecidos. Pobre comunicación; reglas inflexibles. Los niños son temerosos, apocados e irritables. Las niñas tienden a seguir pasivas y dependientes. |
| Permisivo | Poco control<br>Mucha calidez | Pocas o ninguna restricción; amor incondicional. Comunicación del hijo a los padres; mucha libertad, no establecen límites. Los niños tienden a ser agresivos y rebeldes. |
| Negligente | Poco control<br>Poca calidez | No hay límites y falta afecto. Se concentran en las tensiones de su propia vida y no les queda energía para sus hijos. Los niños tienden a mostrar impulsos destructivos y conducta delictiva. |
| Inconsistente | No existe acuerdo en cuanto al estilo educativo a utilizar. | No existe acuerdo en la aplicación de estilos educativos por parte de los padres o cuidadores, aplicándose diferentes estilos.<br>Los niños presentan escasa competencia social, bajo control de impulsos y agresividad, así como una escasa motivación y capacidad de esfuerzo. |

caprichosos, que no equivale a maltratadores). En la tabla 5.11, se indica el número de individuos válido en atención a los factores previamente indicados.

Se puede comprobar en la tabla 5.12 que de los 29 menores diagnosticados con algún tipo de patología, sólo 9 de ellos (lo que representa un 31 %) tienen diagnosticado un trastorno disocial y tan solo 1 tiene presencia de rasgos psicopáticos (lo que representa un 3,40 %). Para confirmar la primera de nuestras hipótesis es necesario partir de estos 10 menores.

Los datos de patologías asociadas y la existencia de dinámicas de violencia intrafamiliar dan como resultado que, de los 10 menores diagnósticos con trastorno disocial o rasgos psicopáticos, en 3 de ellos existen dinámicas de violencia intrafamiliar, mientras que en los otros 7 casos restantes no se presentan (lo que puede visualizarse en la tabla 5.13).

La relación entre existencia de dinámicas de violencia familiar y los estilos

Tabla 5.9: Características de los jóvenes en función de su núcleo convivencial. Romero et al (2005).

| **Familias nucleares** |
|---|
| - Ausencia de cambios significativos previos en el núcleo familiar<br>- Víctimas: padre, madre y hermanos. El padre interpone la denuncia, aunque son ambos padres quienes acompañan al joven.<br>- Actitud colaboradora y correcta del joven durante la entrevista.<br>- Padre: estudios superiores y estilo educativo adecuado.<br>- Ambos progenitores lo asocian con una problemática conductual. |
| **Familias monoparentales-madre** |
| - Ha habido separación de los padres.<br>- Hubo conflictos entre los progenitores y distanciamiento del padre.<br>- Madre: víctima que pone la denuncia.<br>- Joven: no trabaja, no conductas violentas iguales, conductas desadaptadas.<br>- Grupo de referencia con características disociales. |
| **Familias monoparentales-padre** |
| - Expedientes anteriores y posteriores contra las personas.<br>- Cambios de residencia en la misma población.<br>- Relaciones con grupos violentos y disociales.<br>- Último curso realizado: garantía social.<br>- Motivo de denuncia: discusión y aumento de violencia. |
| **Familia reconstituida con madre** |
| - Ha habido separación y remodelación familiar.<br>- Víctimas: madres y su pareja.<br>- Madre: estilo educativo adecuado.<br>- Joven: rendimiento escolar regular. |
| **- Convivencia con familia externa** |
| - Víctimas: abuelos, madre y/o parientes.<br>- Consumo de alcohol y tabaco por parte del joven.<br>- Intervención de servicios Sociales, Salud Mental. |

educativos familiares de los menores diagnosticados con trastorno disocial –o que tienen ya rasgos psicopáticos– nos indica que existen 3 casos de violencia intrafamiliar, y que en 2 de esos casos la violencia fue protagonizada por los padres hacia los hijos. De este modo, se constata que, de estos 10 menores que tienen diagnosticado trastorno disocial o rasgos psicopáticos, hay además un subgrupo conformado por 3 menores que han sufrido en sus familias dinámicas de violencia intrafamiliar, distinta a la que ellos han protagonizados hacia sus progenitores.

Se confirma, pues, tras la revisión de los datos obtenidos, que son 7 los menores de la muestra empleada por este estudio los que padecen el «síndrome del emperador», lo que supone el 14 % de los menores que están internados por delito de maltrato familiar.

Tabla 5.10: Tratamiento específicos centrados en la violencia ascendente.

| TRATAMIENTOS | CARACTERÍSTICAS |
|---|---|
| *Jenkins* (1990) | Técnicas narrativas |
| *Micucci* (1995) | Apoyo, refuerzo, contención de conflictos y mejora de las relaciones |
| *Sheehan* (1997) | Técnicas narrativas y teoría psicoanalista |
| *Cottrel* (2001) | Recomendaciones para el menor y los padres |
| *Paterson et al.* (2002) | Grupos de discusión y *role-playing* |

Tabla 5.11: Presencia de patologías asociadas a la muestra estudiada.

| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---|---|---|---|---|---|
| Válidos | Sí | 29 | 58,0 | 58,0 | 58,0 |
| | No | 21 | 42,0 | 42,0 | 100,0 |
| | Total | 50 | 100,0 | 100,0 | |

Por tanto, se confirma la 1ª hipótesis, en la que se establecía que el 12 % de los menores ingresados en los centros de internamiento de la Comunidad Autónoma de Andalucía por delitos de violencia filioparental padecen el «síndrome del emperador», superando la cifra del 8 % establecida en una investigación llevada a efecto por Ulman y Strauss (2002).

### 5.6.2. 2ª hipótesis

La 2ª hipótesis trata de comprobar que los menores que padecen este síndrome tienen un contacto con la justicia juvenil a más temprana edad que el resto de menores cuyo contacto con la justicia es debido a delitos de violencia filioparental no asociados a este síndrome, la cual se muestra en la tabla 5.16 16. Por su parte, en la tabla 5.17 se refleja la edad del primer contacto con la justicia juvenil por delitos de maltrato familiar que tienen los menores que no padecen el denominado «síndrome del emperador».

Como se aprecia a raíz de los dos cuadros anteriores, la media de la edad de contacto con la justicia en el caso de menores internados que no padecen el «síndrome del emperador» es de 16,02 años, mientras en el caso de menores que sí lo padecen, desciende a los 14,43 años; lo que implica que la edad de aparición de las conductas de violencia filioparental es más prematura que

Tabla 5.12: Tipos de patología asociadas a la muestra estudiada.

| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---|---|---|---|---|---|
| Válidos | Hiperactividad | 9 | 18,0 | 31,0 | 31,0 |
| | Trastorno disocial | 9 | 18,0 | 31,0 | 62,1 |
| | Rasgos psicopáticos | 1 | 2,0 | 3,4 | 65,5 |
| | Déficit intelectual | 2 | 4,0 | 6,9 | 72,4 |
| | Trastorno oposicionista desafiante | 3 | 6,0 | 10,3 | 82,8 |
| | Brotes psicóticos por consumo sustancia psicoactiva | 2 | 4,0 | 6,9 | 89,7 |
| | Síndrome de Asperger | 2 | 4,0 | 6,9 | 96,6 |
| | Retraso madurativo | 1 | 2,0 | 3,4 | 100,0 |
| | Total | 29 | 58,0 | 100,0 | |
| Perdidos | Sistema | 21 | 42,0 | | |
| Total | | 50 | 100,0 | | |

Tabla 5.13: Patologías asociadas y dinámicas de violencia intrafamiliar.

| | | Existencia de dinámicas de violencia intrafamiliar | | Total |
|---|---|---|---|---|
| | | Sí | No | |
| PATOLOGÍAS ASOCIADAS | Hiperactividad | 1 | 8 | 9 |
| | Trastorno disocial | 3 | 6 | 9 |
| | Rasgos psicopáticos | 0 | 1 | 1 |
| | Déficit intelectual | 1 | 1 | 2 |
| | Trastorno oposicionista desafiante | 0 | 3 | 3 |
| | Brotes psicóticos por consumo sustancia psicoactiva | 0 | 2 | 2 |
| | Síndrome de Asperger | 0 | 2 | 2 |
| | Retraso madurativo | 0 | 1 | 1 |
| | TOTAL | 5 | 24 | 29 |

en los demás tipos de violencia filioparental. Por consiguiente, la 2ª hipótesis también es verificada.

### 5.6.3. 3ª hipótesis

Por medio de la 3ª hipótesis se pretende comprobar que la aparición de las conductas de violencia filioparental en los menores que padecen el «síndrome del emperador» es más prematura que en los demás tipos de violencia filioparental. Además, se desea conocer en qué rango de edad se centra, para así poder corroborar si ésta se da predominantemente en jóvenes de entre los 10-12 años de edad, como se enuncia en la hipótesis. En la tabla 5.18 se

Tabla 5.14: Dinámicas de violencia familiar y estilos educativos familiares.

| | | ESTILO EDUCATIVO DE LA FAMILIA | | | | | | | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Adecuado | Negligente a causa de una situación de abandono del menor | Negligente a causa de una mala supervisión de la conducta del menor | Autoritario a causa de la dureza de las normas y la supervisión de la conducta del menor | Autoritario ejercido a través del control de la conducta del menor por malos tratos físicos | Sobreprotector | Permisivo | Inconsistente (padres y madres aplicando diferentes estilos educativos o utilizando distintos patrones) | |
| Existencia de dinámicas de violencia intrafamiliar | Sí | 2 | 0 | 1 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 12 |
| | N | 13 | 5 | 1 | 3 | 0 | 2 | 10 | 4 | 38 |
| Total | | 15 | 5 | 2 | 6 | 3 | 3 | 11 | 5 | 50 |

refleja la edad, la frecuencia y el cálculo de los porcentajes en los que aparecen las conductas problemáticas y disruptivas en aquellos menores internados en el centro de menores de "la Marchenilla" que no padecen el denominado «síndrome del emperador». Por su parte, en la tabla 5.19 se reflejan los mismos datos relativos a los menores que sí parecen el mencionado síndrome. A la vista de los resultados, se puede comprobar cómo la edad a la que aparecen las conductas problemáticas en el hogar de los menores internados por maltrato familiar catalogados con el «síndrome del emperador» es cada vez más baja, lo que indubitablemente se traduce en que este tipo de violencia es cada vez más precoz.

Por tanto, se puede afirmar que la edad media de aparición de conductas disruptivas en el seno familiar en los menores que padecen el «síndrome del emperador» es muy baja; tan solo 5,14 años; mientras que la edad media de los menores que no lo padecen asciende a los 10,51 años. Por consiguiente, a la vista de los resultados obtenidos, se puede afirmar que esta hipótesis se cumple de forma parcial, ya que, a pesar que queda demostrado que en el caso de menores que padecen el «síndrome del emperador» las conductas problemáticas aparecen mucho antes que el resto, no se verifica que esto sea con exactitud en el rango de edadsobre el que se basa nuestra hipótesis.

Tabla 5.15: Distribución de menores internados por maltrato o violencia filioparental.

| | | **Frecuencia** | **Porcentaje** | **Porcentaje válido** | **Porcentaje acumulado** |
|---|---|---|---|---|---|
| **Válidos** | Menores no diagnosticados con PD o rasgos psicopáticos | 40 | 80,0 | 80,0 | 80,0 |
| | Menores diagnosticados con PD o rasgos psicopáticos y dinámicas de violencia intrafamiliar | 3 | 6,0 | 6,0 | 86,0 |
| | Menores que padecen el síndrome del emperador | 7 | 14,0 | 14,0 | 100,0 |
| | Total | 50 | 100,0 | 100,0 | |

Tabla 5.16: Edad del primer contacto con la Justicia Juvenil por delitos de maltrato familiar ascendente.

| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---|---|---|---|---|---|
| Válidos | 14 | 7 | 14,0 | 14,0 | 14,0 |
| | 15 | 13 | 26,0 | 26,0 | 40,0 |
| | 16 | 13 | 26,0 | 26,0 | 66,0 |
| | 17 | 17 | 34,0 | 34,0 | 100,0 |
| | Total | 50 | 100,0 | 100,0 | |

### 5.6.4. 4ª hipótesis

La 4ª hipótesis pretende confirmar que los menores que padecen el «síndrome del emperador» ofrecen una mayor dificultad de adaptación a la ordenada y pacífica convivencia del centro, siendo más reticentes a la hora de cumplir las normas y ser disciplinados, partiendo de la idea de que son más agresivos. Para comprobarlo, se seleccionan varios indicadores basándonos en la efectividad de los mismos para verificar este tipo de conductas comportamentales:

1. Aplicación de medios de contención por episodios de conductas violentas y agresivas.
2. Adopción de medidas cautelares.
3. Comisión de faltas disciplinarias legalmente establecidas.
4. Disfrute de salidas autorizadas al exterior del centro.

La tabla 5.20 refleja los indicadores seleccionados para averiguar la aplicación medios de contención por manifestar episodios aislados de conductas violentas a menores que padecen el «síndrome del emperador».

Tabla 5.17: Edad de contacto en menores con delitos sin el «síndrome del emperador».

| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---|---|---|---|---|---|
| Válidos | 14 | 2 | 4,7 | 4,7 | 4,7 |
| | 15 | 12 | 27,9 | 27,9 | 32,6 |
| | 16 | 12 | 27,9 | 27,9 | 60,5 |
| | 17 | 17 | 39,5 | 39,5 | 100,0 |
| | Total | 43 | 100,0 | 100,0 | |

Tabla 5.18: Aparición de conductas disruptivas en los que no padecen el «síndrome del emperador»:

| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---|---|---|---|---|---|
| Válidos | A los 4 años o antes | 3 | 7,0 | 7,0 | 7,0 |
| | A los 6 años | 1 | 2,3 | 2,3 | 9,3 |
| | A los 7 años | 6 | 14,0 | 14,0 | 23,3 |
| | A los 8 años | 3 | 7,0 | 7,0 | 30,2 |
| | A los 9 años | 2 | 4,7 | 4,7 | 34,9 |
| | A los 10 años | 4 | 9,3 | 9,3 | 44,2 |
| | A los 11 años | 4 | 9,3 | 9,3 | 53,5 |
| | A los 12 años | 6 | 14,0 | 14,0 | 67,4 |
| | A los 13 años | 6 | 14,0 | 14,0 | 81,4 |
| | A los 14 años | 4 | 9,3 | 9,3 | 90,7 |
| | A los 15 años | 4 | 9,3 | 9,3 | 100,0 |
| | Total | 43 | 100,0 | 100,0 | |

Como se aprecia, los menores que tienen diagnosticado un trastorno disocial o rasgos compatibles con la psicopatía, que no han sufrido dinámica de violencia intrafamiliar y que han sido educados en estilos educativos no negligentes, tienen una mayor dificultad de adaptación a la vida educativa en los centros de menores, lo que es consistente con la 4ª hipótesis.

## 5.7. Conclusiones

La violencia filioparental concretamente y los episodios relacionados con las agresiones sufridas por los progenitores a manos de sus hijos es un fenómeno social sumamente complejo y que presenta algunas carencias, algunas de las cuales pretenden ser abordadas por esta investigación. La primera de ellas es la falta de tratamientos específicos y rigurosos sobre un tema que es de creciente interés en la sociedad actual y de enorme preocupación. En particular, apuntan Gesteira et al. (2009) que «la creación de programas de tratamiento

Tabla 5.19: Aparición de conductas problemáticas en los que padecen el «síndrome del emperador».

| | | **Frecuencia** | **Porcentaje** | **Porcentaje válido** | **Porcentaje acumulado** |
|---|---|---|---|---|---|
| Válidos | A los 4 años o antes | 2 | 28,6 | 28,6 | 28,6 |
| | A los 6 años | 1 | 14,3 | 14,3 | 42,9 |
| | A los 7 años | 2 | 28,6 | 28,6 | 71,4 |
| | A los 8 años | 1 | 14,3 | 14,3 | 85,7 |
| | A los 10 años | 1 | 14,3 | 14,3 | 100,0 |
| | Total | 7 | 100,0 | 100,0 | |

Tabla 5.20: Aplicación medios de contención a menores que padecen el «síndrome del emperador».

| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---|---|---|---|---|---|
| Válidos | Sí | 17 | 39,5 | 39,5 | 39,5 |
| | No | 26 | 60,5 | 60,5 | 100,0 |
| | Total | 43 | 100,0 | 100,0 | |

específicos al respecto, y el análisis riguroso de los resultados de los mismos parece hoy por hoy, una tarea de vital importancia». Existe consenso en el hecho de que no hay mucha literatura que se encargue de abarcar este asunto. Como afirma Ibabe (2007), «la escasa investigación existente sobre la violencia filioparental» unido a las dificultades por parte de la familia para reconocer públicamente su problemática, obstaculizan a los profesionales la intervención con estos casos. Los profesionales coinciden en destacar la importancia de una intervención específica con estas familias, intervención que ha de ser multidimensional, tanto desde la salud mental, como de otros ámbitos como el jurídico, los servicios sociales y el ámbito escolar. Además, las variables empleadas para analizar otro tipo de violencia juvenil (tales como el nivel socioeconómico, aislamiento social o distrés familiar) parecen no servir para estudiar e intervenir en la violencia filioparental, aunque tampoco hay que descartar su uso. En el estudio que se ha realizado en el centro de menores "la Marchenilla" hemos intentado acotar los parametros de la edad para poder conocer cuando se empieza a ejercer la violencia filioparental en el grupo de menores que se encuentra internado en dicho centro y al mismo tiempo asociarlo con las corrientes que postulan distintos autores como Garrido o Ulman. Además, este estudio nos ha facilitado la oportunidad de clarificación y seguimiento de pregunta para confeccionar el cuestionario,

ordenando las preguntas de forma exhaustiva para asignar los valores que hagan comprensibles las posibles respuestas.

## 5.8. Referencias

Agustina, J. y, Romero, F. (2013). Análisis criminológico de la violencia filio-parental. Revista de Derecho Penal y Criminología, 3 (9), pp. 225-266.

Aroca, C. (2014). "Las claves de la violencia filio-parental" En P. Cánovas y P. Sahuquillo. (Ed.), Menores y familias: retos y propuestas pedagógicas, (pp. 493-525). Valencia: Tirant Humanidades.

Aroca, C., Lorenzo, Mª y M., Miró, C. (2014). La violencia filio-parental: un análisis de sus claves. Revista Anales de Psicología, 30 (1), pp. 157-170.

Aroca, C., Bellver, M. C y Alba, J. L. (2013). Revisión de programas de intervención para el tratamiento de la violencia filio-parental. Una guía para la confección de un nuevo programa. Educación XXI, 16 (1), pp. 281-304. doi: 10.5944/educxx1.16.1.727.

Bailín, C., Tobeña, R. y Sarasa, Mª D. (2007). Menores que agreden a sus padres: resultados de la revisión bibliográfica. Revista de Psicología General y Aplicada: Revista de la Federación Española de Asociaciones de Psicología, 60 (1-2), pp. 135-148.

Bandura, A. (1987). Teoría del aprendizaje social. Madrid: Espasa-Calpe.

Cagigal, V., Serrano, A., Aza, G. (2008). La violencia de los hijos hacia los padres. Miscelánea Comillas, 66 (129), pp. 439-459. Castañeda, A., Garrido-Fernández, M., y Lanzarote M.D. (2012). Menores con conducta de maltrato hacia los progenitores: un estudio de personalidad y estilos de socialización. Revista de Psicología Social, 27 (2), pp. 157-167.

España. Ministerio del Interior (2016). Anuario estadístico del Ministerio del Interior.

Farrington, D. P. (1995). Development of offending and antisocial behaviour from childhood: Key findings from the Cambridge study in delinquent development, Journal of child psychology and psychiatry, 360 (6), pp. 929-964.

Fernández, M. y otros (2009). El síndrome del emperador: ¿un problema social o un problema educativo?. En: Actas do X Congresso Internacional Galego-Português de Psicopedagogia, (pp. 1881-1894). Braga: Universidade do Minho.

Garrido, V. (2003). Psicópatas y otros delincuentes violentos. Valencia: Tirant lo Blanch.

Garrido, V. (2005). Los hijos tiranos, el síndrome del emperador. Barcelona: Ariel.

Garrido, V., López, E., Silva, T., Lopez, M. J., y Molina, P. (2006). El modelo de la competencia social de la Ley de Menores. Valencia. Tirant Lo Blanch.

Garrido, V., Stangeland, P. y Redondo, S. (2006). Principios de criminología. (3ª ed., revisada y ampliada).Valencia: Tirant lo Blanch.

Garrido, V. (Febrero de 2008). "El síndrome del emperador y sus desafíos en el ámbito científico y profesional". Jornadas sobre Violencia Intrafamiliar, Valencia.

Garrido, V. (2008). Los hijos tiranos, el síndrome del emperador. (4ª ed.). Valencia: Tirant lo Blanch.

Garrido, V. (2009). Antes que sea tarde: cómo prevenir la tiranía de los hijos. Barcelona: Nabla ediciones.

Garrido V., Alba J. L. y otros (2010). Manual de intervención educativa en readaptación social Vol. 2. Los Programas del Pensamiento Prosocial. Valencia: Tirant lo Blanch.

Gesteira, C., González-Alvárez, M., Fernández-Arias, I. y Garcia-Vera, M. P. (2009). Menores que agreden a sus padres: fundamentación teórica de criterios para la creación y aplicación de tratamientos psicológicos específicos. Psicopatología Clínica Legal y Forense, 9, pp. 99-147.

Herrero, C. (2002). Tipologías del delito y de delincuentes en la delincuencia juvenil actual. Perspectiva criminológica en la Actualidad Penal, 41.

Ibabe, I., Jaureguizar, J. y Díaz, O. (2007). Violencia filio-parental: conductas violentas de jóvenes hacia sus padres. Vitoria: Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco.

Ibabe, I. y Jaureguizar, J. (2011). ¿Hasta qué punto la violencia filio-parental es bidireccional? Anales de Psicología, 27, pp. 265-277. Instituto Nacional de Estadística. Estadística de Condenados / Estadística de Menores. (2017).

Jaureguizar, J. y Ibabe, I. (2012). Conductas violentas de los adolescentes hacia las figuras de autoridad: el papel mediador de las conductas antisociales. Revista de Psicología Social, 27, pp. 7-24. Ley 5/2000, de 12 de enero de 2000, Reguladora de la Responsabilidad Penal del Menor. Boletín Oficial del Estado. Madrid, del 13 de enero de 2000, núm. 11, pp. 1422-1441.

Moral, G. del, Castañeda, A. y Musitu, G. (2012). Violencia filio-parental. En G. Musitu (coord.), Adolescencia y familia: nuevos restos en el siglo XXI (pp. 137-154). Méjico: Trillas.

Naciones Unidas (1990). Directrices de las Naciones Unidas para la prevención de la delincuencia juvenil (Directrices de Riad) Adoptadas y proclamadas por la Asamblea General en su resolución 45/112, de 14 de diciembre. Recuperado de http://www.ohchr.org/SP/ProfessionalInterest/Pages/PreventionOfJuvenileDelinquency.asp

Pereira, R., Bertino, L., Romero, J. C. y Llorente, M. L. (2006). Protocolo de intervención en violencia filio parental. Revista Mosaico, 36, pp. 27-32.

Pereira, R., Bertino, L., Romero J.C. (2009). "La violencia filio-parental: contexto, proceso y dinámicas familiares". IV Jornadas Formación de SEAFI'S: Violencia filioparental. Orientaciones prácticas para profesionales. Valencia 4-5 de noviembre.

Pereira, R. y Bertino, L. (2009). Una comprensión ecológica de la violencia filioparental. Redes, 21, pp. 69-90.

Pérez, J. (2001). "Violencia familiar de los menores detectada por denuncias en la Fiscalía de Menores". Intervención. II Jornadas de Salud Infanto-Juvenil. Madrid, Colegio Oficial de Psicólogos.

Pérez, T., Pereira, R. (2006). Violencia filio-parental: un fenómeno emergente. Introducción. Revista Mosaico, 36, (1-3). Programa Daphne III, (2007), realizado con soporte financiero de la Unión Europea y coordinado por la Asociación Arcos de Altea. Violencia intrafamiliar: menores que agreden a sus padres.

Rechea, C., y Cuervo, A. L. (2009). Menores agresores en el ámbito familiar (Estudio de casos). Centro de Investigación en Criminología. Informe nº 17, pp. 1-56.

Romero, F., Melero, A., Cánovas, C. y Antolín, M. (2005). La violencia de los jóvenes en la familia: una aproximación a los menores denunciados por sus padres. Documentos de trabajo. Centro de Estudios Jurídicos del Departamento de Justicia de la Generalitat de Cataluña. Recuperado de http://hdl.handle.net/2072/200254

Roperti, E. (2006). Padres víctimas, hijos maltratadores. Pautas para controlar y erradicar la violencia en los adolescentes. Madrid. Espasa Calpe.

Rosa, J.M. de la (2011) Denuncias interpuestas por violencia filio-parental ante la Fiscalía del Menor. Intervención. I Congreso Internacional padres e hijos en conflicto. Madrid, Asociación para la Gestión de la Integración Social

y el Programa Recurra.

Ulman, A., y Straus, M. (2003). Violence by children against mothers in relation to violence between parents and corporal punishment by parents. Journal of Comparative Family Studies, 34 (1), pp. 41-60.

Unión Europea. Programa Daphne III, (2007), realizado con soporte financiero de la Unión Europea y coordinado por la Asociación Arcos de Altea. Violencia intrafamiliar: menores que agreden a sus padres. Urra, J. (2006). El pequeño dictador. Madrid: La esfera de los libros.

# Parte II

# Tendencias literarias

# Capítulo 6

# De Ocaña a Costus: folclore popular, disidencia de género y camp en el arte de la Transición Española

# De Ocaña a Costus: folclore popular, disidencia de género y camp en el arte de la Transición Española

Lidia García García
Departamento de Historia del Arte
Facultad de Letras
Universidad de Murcia
lidia.garciag1@um.es

**Resumen:** Partiendo de la noción de camp, especialmente de la caracterización aportada por Susan Sontag, estudiaremos la estética kitsch y las influencias del folclore popular en el arte contemporáneo español, concretamente en el asociado al momento histórico de la Transición y a los movimientos contraculturales de la época. Asimismo, prestaremos particular atención a su uso en discursos queer y de disidencia de género. Para ello nos centraremos en la obra de autores como José Pérez Ocaña y Costus (pareja profesional formada por Enrique Naya y Juan Carrero), en cuyas producciones el kitsch, el tono paródico y el uso de elementos de la cultura popular (desde iconografía religiosa hasta imágenes inspiradas en la canción española) sirven de expresión a posturas que, al tiempo que transitan los márgenes del binarismo sexual, apuntan a una cierta politización en consonancia con las corrientes aperturistas del momento.

**Palabras clave:** Arte contemporáneo español; kitsch; Transición Española; José Pérez Ocaña; Costus.

## 6.1. Introducción

Las primeras películas de Pedro Almodóvar, una muñeca flamenca sobre el televisor, la telenovela, el cuplé, Divine, Judy Garland, Sara Montiel, una drag queen imitando a Sara Montiel... Esta o una cascada de purpurina similar se nos viene a la cabeza cuando pensamos en kitsch y camp; la extraordinaria heterogeneidad de las distintas manifestaciones susceptibles de ser situadas bajo dichos significantes convierte nuestro objeto de estudio en un ente cambiante, dúctil y escurridizo. Si además tenemos en cuenta tanto la tradicional identificación de este imaginario como "basura cultural" como su vinculación con la cultura gay, encontramos que adolece de una doble alteridad en cuanto a su inclusión en la historiografía artística, tradicionalmente dominada por una mirada totalizadora hetero-masculina.

La más consolidada tradición teórica del ámbito artístico, si bien cuestionada en la actualidad, ha tratado con frecuencia de crear clasificaciones categóricas basadas en jerarquías de valores que oponían el "buen gusto" al "mal gusto", lo culto a lo popular, lo elegante a lo cursi o el arte "auténtico" al arte kitsch. La pretensión de universalidad de estas formulaciones, lejos de suponer una inocente clasificación estética, ha entrañado a menudo la "imposición cultural desde los grupos dominadores a los dominados y finalmente desde las culturas dominadoras a las dominadas" (Camps, 2011, p. 62) en una suerte de violencia simbólica ejercida desde las élites culturales a modo de mecanismo de control que perpetuara la subalternidad de las manifestaciones culturales consideradas menores o marginales.

Las propias nociones de kitsch y camp se insertan, desde sus orígenes, en esta red de relaciones de dominación y resistencia donde convergen lo estético, lo político y lo social. Mientras que el término kitsch aparece en la Europa Occidental de la segunda mitad del s. XIX referido a objetos artísticos baratos, poco originales y ostentosos, la noción de camp nace en Estados Unidos a mediados del siglo pasado. Si el kitsch se relaciona con el auge del capitalismo y la lógica de la sociedad de consumo, en tanto que provee a las masas de experiencias estéticas fácilmente consumibles, que no necesitan para ser disfrutadas de la formación y el tiempo que requiere el arte completamente intelectualizado (Moles, 1990); el camp aparece como una relectura intelectualizada y autoconsciente de lo kitsch caracterizada por la ambivalencia, la duplicidad y la puesta en cuestión de los parámetros de la "alta" y la "baja" cultura en un tono de parodia, teatralización, exageración (Sontag, 1984) y, en última instancia, de reivindicación identitaria en tanto que visibiliza prácticas y deseos sexuales al margen de la rígida moral sexual tradicional (Amícola, 2002).

El carácter autoconsciente del camp, basado en el conocimiento irónico y constitutivo de cierto modo de refinamiento superior por parte de una élite sofisticada que se permite cuestionar los parámetros tradicionales del "buen gusto", además de posibilitar su entrada al ámbito académico esboza su vinculación con la lógica de la posmodernidad. Para Amícola se trata de hecho de una de las manifestaciones más representativas de la misma en tanto que en ella confluyen varios de los conceptos que configuran la idiosincrasia de la cultura posmoderna: hipertextualidad, parodia, cuestionamiento identitario y sospecha sobre la tradición (2000). Por otra parte, la evidente importancia en el camp de la reivindicación de la identidad homosexual sienta las bases para su potencialidad políticamente subversiva: nacido como un guiño del gueto gay que aunaba parodia, teatralidad y gesto exagerado con la entronización de un gusto nostálgico del pasado y un kitsch consciente de sí, con el auge del movimiento LGTBIQ, el camp llegaría a convertirse en un instrumento más de esta lucha política en tanto que una continuada estrategia creativa para lidiar con la situación de marginación del colectivo (Newton, 1979). El marco teórico para esta politización viene dado por la Teoría Queer que considera el género no una realidad biológica sino una construcción social que de hecho funciona como un mecanismo de vigilancia y control en tanto que relega a una condición periférica a quienes se alejan de las categorías binarias tradicionales (hombre/mujer, heterosexual/homosexual...)[1]. En la línea de las políticas queer y su deconstrucción del discurso patriarcal, es precisamente este camp entendido como repolitización del kitsch desde la Teoría de Género el que encontramos en toda una serie de manifestaciones culturales subalternas de la Transición Española en las que se imbrican la estética kitsch, la temática cañí (folclore popular andaluz e iconografía religiosa, principalmente) y la puesta en cuestión de los roles de género tradicionales. De esta manera, los trabajos de artistas como Ocaña o Costus (Enrique Naya y Juan Carrero) proponen una relectura del mundo simbólico del kitsch franquista en lo que constituye la reivindicación de unas identidades periféricas diametralmente opuesta a la castrante moral nacionalcatólica.

[1]Desde un lugar de enunciación subalterno la Teoría Queer, enarbolando precisamente el insulto y la diferencia como bandera (algunas traducciones posibles de queer son "raro" o "torcido"), explora la idea del género como construcción social que ya aparecía embrionariamente en el discurso feminista de Beauvoir ("no se nace mujer, se llega a serlo") y fue elaborada con más precisión por Foucault en su Historia de la sexualidad. Autoras como Judith Butler o Eve Kosofsky profundizan en esta idea tomando también como referente los discursos pos o anti-identitarios de pensadores como Gilles Deleuze y Félix Guattari que reorientan la mirada hacia las realidades micropolíticas y la fluctuabilidad de las identidades, cuestiones que serán centrales en la teoría queer.

## 6.2. Del Kitsch franquista al camp cañi

Si en la democracia de masas el kitsch cumple su cometido como adocenador, "arte de la felicidad" (cultura reparadora de fácil consumo frente a la cultura intelectualizada), en el caso de las dictaduras. el uso del kitsch con fines interesados por parte del poder se vuelve tanto más explícito. Los regímenes totalitarios han solido emplear el nunca discreto encanto del kitsch como una suerte de narcótico colectivo que hiciera olvidar a las masas tanto las dificultades de su vida diaria como la represión y la falta de libertades. La artificialidad y afectación de buena parte de las manifestaciones culturales promovidas por la dictadura del autoproclamado Caudillo podrían, al igual que ciertos comportamientos aduladores de afección al Régimen (el superlativo "-ísimo", el apelativo de miembros "sinceros" de la Falange, algunos panegíricos periodísticos, etc.), fácilmente catalogarse como kitsch. El franquismo imponía una españolidad basada en la exaltación de principalmente dos elementos, la canción popular andaluza y el catolicismo (concebido como esencia de la patria), que acabó cristalizando en productos culturales e ideológicos que a menudo resultaban artificiosos y cursis.

El componente iconoclasta y fetichista de las prácticas religiosas populares católicas emparenta directamente con el kitsch mientras que en el caso de la música popular andaluza (particularmente el flamenco y la copla) esta "provee imágenes exóticas de culturas antiguas y misteriosas, y también poderosos fetiches para el consumo" al tiempo que "representa, como diría Baudillard, un espectáculo del exceso, una representación de la obscenidad al desvelar privacidades culturales en espacios públicos destinados al consumo de estos secretos" (Asensio, 2004, p.146). Esa tendencia al exceso, unida a la colorista estética del flamenco y las interpretaciones a menudo afectadas, traza la estrecha conexión entre la música popular andaluza (o mejor dicho, la estereotipación de la misma que se destina al consumo de masas) y el kitsch. La apropiación del Régimen de estos elementos culturales previos conllevó una desvaloración de los mismos por parte de la intelectualidad antifranquista que los percibió como rancios recuerdos de un pasado de alienación[2]. Sin embargo, tras la muerte de Franco, en un momento de rupturismo cultural marcado por el ansia de libertad y la superación de la dictadura, referen-

[2]Sin embargo algunos como Basilio Martín Patino con su película Canciones para después de una guerra (1976), Vazquez Montalbán con Crónica sentimental de España (1971) o Terenci Moix (a lo largo de toda su producción acusadamente camp pero especialmente en Suspiros de España, 1993) fueron pioneros en reivindicar el valor de géneros musicales como la copla en tanto que espacio de identificación para las mujeres y las sexualidades prohibidas.

tes presentes en el imaginario franquista como la copla o la religión popular reaparecen en la obra de artistas marcadamente contraculturales como Ocaña o Costus. El deseo rupturista de este reciclaje del kitsch español ligado al oscuro periodo franquista, cuyos autores en ningún caso deseaban una continuidad ni ideológica ni estética con el Régimen, nos lleva a pensar en una intencionalidad camp de las obras. Parece claro que el distanciamiento paródico y la autoconciencia son elementos presentes en este arte contracultural de la Transición, a diferencia de lo que ocurría con el kitsch franquista. Sin embargo, su vinculación con posturas abiertamente queer (en el sentido de reivindicaciones explícitas de la disidencia sexual que supondrían una repolitización del kitsch) es una cuestión más espinosa debido a la tardía incursión de las nuevas teorías de género en nuestro país como consecuencia de la reaccionaria política franquista que imposibilitaba la expresión de la libertad sexual, reprochada, condenada y en cualquier caso estrictamente relegada al espacio privado. Amparada por la iracunda homofobia de la moral católica, la represión franquista se había cebado con particular virulencia con cualquier muestra de desviación a su estricta concepción de lo que era aceptable en el terreno sexual. El Régimen, además de ejercer una castrante influencia a través de la educación y la propaganda, empleaba herramientas legales, como el concepto de "escándalo público" o la Ley de Vagos y Maleantes de 1954 y la posterior Ley de Peligrosidad y Rehabilitación Social de 1970, contra lo que consideraba desviaciones sexuales. En este contexto de represión y virulencia contra las identidades no normativas, que se extendió más allá de la muerte del dictador, no solo en el marco legal que le sobrevivió sino en un acusado franquismo sociológico, algunas manifestaciones artísticas comenzaron a desafiar la moral del Régimen valiéndose en muchos casos de un lenguaje camp.

Ocaña en Barcelona y Costus en Madrid constituyen tan solo dos ejemplos de un contexto de producción contracultural más amplio caracterizado por el empleo de la parodia, la aparente frivolidad, la disidencia sexual y la ambivalencia donde la dualidad del camp despliega su potencial como tematizadora de una Transición social y política más poliédrica de lo que se desprende del "relato oficial" mitificador basado en distintas claves reiterativas: la Transición como resultado de la acción de unas elites providenciales, la naturaleza pacífica y consensuada del proceso, su entidad como proyecto nacional español y su sentido modélico[3]. La contracultura de la Transición

[3]Algunos ejemplos de este amplio contexto de producción artística que abarca performance, creación audiovisual, pintura, cómic, etc. son Camilo, Nazario, Mariscal, Alejandro Pau Riba, Violeta la Burra, Carmen de Mairena o La Torbellino en Barcelona y, en Madrid, Ceesepe, Carlos Berlanga, pintores de la Nueva figuración madrileña como Sigfrido

(desde el grupo barcelonés de El Rrollo a la Movida Madrileña, pasando por todas las manifestaciones en provincias de la misma) ha sido concebida, partícipe en este sentido de la ambivalencia de su contexto, tanto como una ruptura positiva frente al asfixiante nacionalcatolicismo, como un movimiento apolítico, amnésico y frívolo[4]. Asimismo, la puesta en escena camp de la ambigüedad sexual, encarnada en la figura del travesti, sirvió como proyección especular del carácter dual de la nueva identidad nacional que pretendía superar al Franquismo: por un lado representaba la liberación mientras que por otro era susceptible de ser leído como un cambio de apariencia meramente superficial bajo el que se escondía la España tradicional (Garlinger, 2000).

### 6.2.1. José Pérez Ocaña

José Pérez Ocaña nació en 1947 en Cantillana, un pequeño pueblo de Sevilla, pero fue en Barcelona, adonde se trasladó a la altura de 1973, donde desarrolló su carrera como pintor y pionero de la performance. Aunque ignorado por la crítica artística, logró convertirse en un personaje popular, todo un emblema de las Ramblas y un referente performativo para gran parte de la escena underground española que surgió en esos años de intensos cambios políticos y sociales. Sus primeras apariciones públicas tuvieron lugar en 1973 y duraron hasta su prematura muerte, producto de un desgraciado accidente en 1983 en el carnaval de Sevilla. El director catalán Ventura Pons revela en Ocaña retrat intermitent (1978), junto con Ocaña, la memoria del sol (2008), el documento visual más valioso sobre el artista, algunas claves del proceso de construcción del personaje ocañí a través de un compendio de muchas de sus acciones y opiniones. Pese a que su figura ha sido recientemente recuperada por parte del discurso historiográfico español más implicado en la inclusión de la perspectiva de género, Ocaña ha sido frecuentemente ignorado por la crítica y los círculos académicos. La dificultad de su inserción en la historiografía canónica viene dada por la unión en su persona de una serie de rasgos que lo convertirán en un sujeto atravesado por múltiples alteridades: extracción social marginal, procedencia geográfica periférica (origen rural y llegada a la gran ciudad como posibilidad de manifestarse sexual, artística y

Martín Begué y Ricardo Pecharromán, cineastas como Pedro Almodóvar o, en fotografía, Ouka Leele y Alberto García-Alix.

[4]En esta línea revisionista tanto de la Transición como de los movimientos contraculturales de la época destaca el trabajo de Teresa Vilarós (1988), quien, en su problematización de la Transición, hace de la sensación de desencanto el eje conductor del análisis de un contexto social no exento de paro juvenil, violencia y desigualdad social.

políticamente), uso de materiales y referentes de la cultura popular, desarrollo de prácticas performativas de desobediencia de género y cuestionamiento y parodia de los códigos sexuales. La bibliografía sobre Ocaña es escasa; el mayor compendio sobre su obra se encuentra en el sitio web Archivo ocañí, proyecto emprendido y gestionado por Pere Pedrals i Portabella. Se trata de un completo archivo online donde se compilan documentos audiovisuales, periodísticos y críticos sobre la obra del artista sevillano.

La obra artística de Ocaña comprende tanto su producción plástica como la propia construcción de una personalidad muy significativa a través de la continua puesta en escena de sí mismo. De hecho, ambas esferas llegan a constituir un significante único, siendo imposible disociar una de la otra (Fernández, 2004). En sus acciones teatrales en el espacio público (sus "Paseos por las Ramblas" o sus actuaciones en las Jornadas Libertarias de 1977, por ejemplo), que llegaron a constituir una suerte de performance permanente, el cuerpo del artista sevillano habitualmente travestido se convierte en objeto visible y reivindicativo de un conjunto de significados históricamente subalternos: amaneramiento, homosexualidad, mascarada, pobreza... El imaginario de la cultura popular y de masas tanto internacional como específicamente española sirve de sustento a las performances de Ocaña. De este modo la estética kitsch/camp (maquillaje excesivo, gestos exagerados, parodia...) es modulada en las prácticas ocañeras a través de una reivindicación de lo precario y lo cutre que lo insertan en una genealogía de la marginalidad hispana al tiempo que reivindica la condición performativa del género, haciendo patente la artificialidad del mismo[5].

Otra cuestión en común de estas acciones es que todas ellas tienen como escenario el espacio público, generalmente la calle que, como lugar de producción simbólica y de intersección social, se muestra particularmente sensible a la exposición de las transgresiones. El hecho de que Ocaña escenifique sus disidencias de género precisamente en el espacio público no "solo" supone una visibilización de su diferencia desde la parodia camp sino que plantea una puesta en cuestión de los resortes mismos del poder: fisura los binarismos de inclusión/exclusión, visibilidad/ocultación, control/sumisión que operan en el tejido de la ciudad.

La ambigüedad y aparente frivolidad de Ocaña y su ausencia de filiación

[5]Si bien generalmente percibimos las categorías identitarias como estables y esenciales, para la Teoría de Género estas son producto de una construcción diaria personal, de modo que con cada gesto, con cada acto y atuendo, generamos significantes con los que nos adscribimos/nos adscriben en un determinado género. En palabras de Judith Butler "el género no es sino un "efecto performativo experimentado por el individuo como una identidad natural" (2002, p. 321).

con un movimiento político concreto ha llevado a estudiosos de la cultura homosexual en España como Alberto Mira a pensar que perteneció "a una generación de homosexuales españoles que jamás asimiló la influencia de Stonewall y el movimiento de liberación gay internacional" (2004, p. 459). En cualquier caso consideramos, en la línea de Preciado (2011) que la rebelión contra una masculinidad imperativa y la reivindicación en el espacio público de la diferencia sexual es en sí misma un acto político, aunque no se dé en el contexto de la imbricación con algún movimiento político y social concreto ni por supuesto bajo el paraguas de la Teoría de Género, sino más bien dentro del terreno de la ambigüedad entre la asunción/cuestionamiento de las estructuras existentes inserta en cualquier caso en las estrategias subalternas que desafían, desde la micropolítica ("lo personal es político"), los códigos normativos estructuradores de la vida ciudadana y la distribución de los roles de género[6].

Pese a que ha quedado eclipsada por sus acciones callejeras, Ocaña llevó a cabo también una ingente cantidad de obra plástica que actualmente se encuentra dispersada, en la mayoría de los casos en manos de amigos, familiares y conocidos del pintor. Como decíamos, la vinculación entre la obra material y las acciones callejeras en el caso de Ocaña es muy íntima. Por ejemplo en la exposición Un poco de Andalucía, en la Galería Mec-Mec, el artista desafió el lenguaje museográfico tradicional travistiendo el espacio expositivo en un proceso similar al que lleva a cabo con su propio cuerpo. Una de las salas de la exposición, que pretendía ser una reivindicación de las fiestas populares andaluzas, se convierte en una verdadera caseta de la feria de Sevilla con música, bebida y comida. El delirio kitsch se imbrica con el imaginario andaluz en un horror vacui colorista y vital: junto a los cuadros encontramos una profusión de mantones de manila, plantas decorativas y muñecos diversos de papel maché (angelotes, vírgenes...). Para La Primavera (1982) convierte el traslado de las obras al museo en una verdadera performance que remeda los rituales procesionales católicos. Lejos de limitarse a exponer sus obras conclusas, Ocaña transforma tanto el espacio expositivo como el proceso mismo de montaje en una gran performance marcada por la festividad, la transgresión y la participación popular.

Ocaña, sin formación académica alguna, componía obras pictóricas y tridimensionales de factura pobre y precaria (buen ejemplo de ello son sus efímeras esculturas de papel maché, de difícil conservación) en un estilo naïf y coloris-

[6]Más allá de las múltiples lecturas políticas de sus acciones, es un hecho que Ocaña participó tanto en la primera manifestación del Frente de Liberación Gay como en las Jornadas Libertarias de la CNT e incluso sufrió en carne propia la represión estatal ya que fue detenido en varias ocasiones.

ta que bien podría calificarse como kitsch. En cuanto a la temática, destacan principalmente dos fuentes de inspiración que Ocaña repite obsesivamente: la religión y el flamenco.

En este sentido encontramos de nuevo la veta ambivalente del artista, que conjugaba un comportamiento radical y transgresor en lo que a la sexualidad se refiere con un marcado interés y fervor por las manifestaciones religiosas populares. Un buen ejemplo de la fusión irreverente de ambas esferas es la definición que hace el propio Ocaña de una imagen de papel maché de la virgen de la Macarena que expuso en la galería Mec-Mec en Barcelona en 1977, de la que decía que era "borrachera, esperma, alegría y belleza": una definición claramente irreverente que entronca con algunas de sus pinturas como Inmaculada de las pollas (1976) o Sagrado Corazón de Marica (1982), donde combina iconografía religiosa, sexualidad y travestismo.

Por otra parte, la iconografía flamenca ocupa un lugar privilegiado en la obra: mantillas, peinetas, abanicos y batas de cola jalonan la obra del sevillano. Son frecuentes en su obra los retratos femeninos de mujeres con la típica indumentaria flamenca, que en muchas ocasiones no son sino autorretratos de su acción travesti. El Franquismo, como decíamos, había hecho del folclore andaluz y la religión popular el centro simbólico de su construcción de una identidad nacional española a la medida de sus necesidades. Cuando revisita los lugares comunes del provincianismo tardofranquista (vírgenes, cementerios, devotas, apariciones, ángeles y toquillas. . . ), el trabajo de Ocaña se vale de estos referentes para invertir el carácter reaccionario de todo ese universo simbólico y convertirlo en punta de lanza de su peculiar activismo contracultural y político. Por otra parte, a pesar de su apropiación por parte del Franquismo, conviene recordar la estrecha vinculación entre la homosexualidad y el flamenco, que ha sido una constante desde los comienzos del género. Esta poco estudiada vinculación obedece, según Navarro, a la marginalidad compartida por los primeros flamencos (cuya vida nómada, pobreza y diferencia étnica los apartaba de la sociedad) y aquellas personas cuya identidad sexual se desviaba de la norma (2012).

En definitiva, con los mimbres de un material entendido como reaccionario y menospreciado por el proceso modernizador español (portador de nuevas violencias y mecanismos de control), Ocaña conforma un discurso altamente subversivo, no exento de parodia, provocación, exceso y visibilización de las sexualidades subversivas.

### 6.2.2. Costus

Si en Barcelona el panorama underground se gestaba desde principios de la década de los setenta, en Madrid pronto comenzó a cuajar un movimiento contracultural conocido como la Movida Madrileña en cuyo epicentro encontramos al dúo pictórico de origen gaditano Costus, cuyo piso en la Calle de La Palma (la "casa-convento" donde se grabaron varias escenas de Pepi, Luci, Bom y otras chicas del montón, Pedro Almodóvar, 1981) constituía un verdadero lugar de encuentro para el underground madrileño.

Costus estaba formado por Enrique Naya y Juan José Carrero Galofré, quienes, desde su encuentro en la Escuela de Artes y Oficios de Cádiz en 1974, iniciaron una relación personal y profesional que generó una obra vibrante y, en cierta manera, participó en el proceso de transformación de una sociedad española que salía dificultosamente del Franquismo. Enrique Naya, nacido en Cádiz el 12 de septiembre de 1953 y Juan Carrero, nacido en Palma el 4 de mayo de 1955 pero gaditano de adopción, asumieron en 1981 el nombre de "Costus" en un gesto de connotaciones camp en referencia a las costureras, puesto que sus amigos solían decirles que trabajaban como tales: siempre pegados a sus lienzos, pintando en casa y por encargo.

Si bien su lugar central en la Movida les llevó a alcanzar cierta fama, su asociación con este movimiento, entendido como un fenómeno "de moda", actuó como un freno al reconocimiento de su obra por parte de los círculos artísticos y académicos. Precisamente por ello la mayor parte de la bibliografía donde se hace referencia a la obra de estos pintores es de carácter periodístico y se halla estrechamente relacionada con la desaparecida Movida Madrileña".

En vida, expusieron tanto como pareja como individualmente, siendo las exposiciones más destacadas "Temas de arquitectura nacional y otros monumentos" (Enrique Naya, Sala del Colegio de Arquitectos de Madrid, 1978) y "Escenas de la España cañí" (Juan Carrero, Sala de la Casa de la Cultura de El Puerto de Santa María, 1978), de sus etapas en solitario; y, de sus exposiciones como dúo, "El Chochonismo Ilustrado"(Galería Fernando Vijande , Madrid, 1981) y "El Valle de los Caídos" (Sala Casa de Vacas de Madrid, 1987). Las particularidades de su obra se deben en buena medida a su técnica de trabajo conjunto, debido a la divergencia entre los estilos individuales de ambos, que solían complementarse. Mientras que Juan comenzó pintando cuadros de corte naïf y se inclinaba por la utilización de colores puros e intensos, Enrique tenía un estilo hiperrealista y dibujístico con raíces en el arte pop.

La pintura de Costus, caracterizada por el figurativismo, el colorido, el len-

guaje kitsch y la parodia, supone una relectura en clave camp de la iconografía española más kitsch: en su obra encontraremos, como sucedía en la de Ocaña, continuas referencias al folclore popular español y a la iconografía religiosa. Las dos series de obras que hemos elegido para ejemplificar los aspectos kitsch y camp del trabajo de Costus, "Arquitecturas Nacionales y Otros Monumentos" y "El Valle de los Caídos", establecen un sugerente diálogo entre ellas: mientras que la primera utiliza el lenguaje kitsch, propio de la Movida, para componer una galería de retratos de la pléyade de figuras mediáticas de la cultura de la era franquista, la segunda se vale de la iconografía del monumento nacionalcatólico por excelencia para retratar a buena parte de la nómina de artistas de la Movida.

"Arquitecturas Nacionales y Otros Monumentos" (sala de exposiciones del Colegio de Arquitectos de Madrid, mayo de 1978) constaba de dieciocho obras pintadas con acrílico sobre diversos soportes: papel, cartulina y aglomerado. Eran retratos pop de las grandes estrellas de la canción española: Estrellita Castro, Paquita Rico, Manolo Escobar, Joselito, Juanita Reina, etc. A su vez, la sala, en la línea del travestismo del espacio museográfico del que hablábamos en el caso de Ocaña, se decoró con ropa tendida y se puso canción española de fondo. La exposición fue clausurada el mismo día de la inauguración, por escándalo público, debido al parecido de uno de los personajes de Quinto con marmota (E. Naya, 1978) con Franco. Si bien al día siguiente se volvió a abrir ante la protesta de los estudiantes, la clausura atestigua cómo algunos artefactos creados por la Movida provocaron fuertes reacciones en la sociedad de la Transición, debido en parte a su actitud ambigua y compleja hacia el pasado.

Con esta muestra, Enrique Naya propone una suerte de desoficialización de la que había sido la cultura oficial hasta no hacía mucho tiempo (Pavlovic, 2002). Lo hace no solo con la utilización velada de la figura de Franco sino con la recuperación de la figura más representativa del carácter andaluz, la folclórica, que en estas obras aparece desapropiada de los atributos que la ideología franquista le había asignado en su construcción nacional. En este sentido, los espléndidos retratos de Carmen Sevilla o Paquita Rico parecen más objetos de consumo pop que iconos franquistas, lo que en última instancia no deja de apuntar a una redefinición, en clave paródica y camp, de la identidad nacional.

Por otra parte, "El Valle de los Caídos" plantea una interpretación pictórica de las esculturas que decoran el conjunto arquitectónico concebido como sepulcro y memorial del dictador. La serie fue realizada entre Madrid y el Puerto de Santa María desde 1980 hasta 1987 y está compuesta por vein-

ticinco pinturas de dimensiones superiores al natural cuya denominación y número coinciden con las principales esculturas que componen dicho monumento, a las cuales se añadió Caudillo, cuyas fuentes iconográficas hay que buscar fuera de la basílica. Los fondos de algunas de ellas están pintados con acrílicos fluorescentes, con lo que se logra un efecto espectacular al someter a los cuadros a luz negra. La colección completa ha sido adquirida por el Ayuntamiento de Cádiz y se puede contemplar en el Museo ECCO (Espacio de Creación Contemporánea) de la ciudad.

Si bien los autores insistieron en que tras la serie, que no guarda ninguna relación formal con su fuente, no latía intencionalidad política alguna, el hecho de que los modelos para cada tema (Evangelistas, Vírgenes, Virtudes, etc.) fueran sus amigos de la Movida (Bibi Andersen fue la Virgen del Carmen, Alaska una Virgen dolorosa e incluso se retrató a Tino Casal como el Caudillo) no dejó de generar cierta controversia. Emplear como modelos a amigos y conocidos no es ni mucho menos una novedad sino que entronca con la que se será la gran inspiración de la obra: el Barroco español. Los potentes efectos lumínicos, las referencias a la iconografía religiosa clásica e incluso el sistema de taller que emplearon para la realización de las obras (Naya se encargó del dibujo y los detalles de rostro, manos y cabellos, mientras que Carrero se hizo cargo de los coloridos fondos de inspiración fauvista) acaban por definir la vinculación de "El Valle de los Caídos" con la pintura barroca española, particularmente con la escuela andaluza con Murillo a la cabeza (Ríos Martínez, 2009).

En esta serie, el lenguaje kitsch transita los caminos de la tradición clásica para crear cuadros de gran potencia visual y subversiva donde los elementos más icónicos del catolicismo son objeto de una relectura en clave camp que deviene en retrato a la nómina de artistas del firmamento de la Movida. Así, Fabio McNamara es retratado como un andrógino San Lucas Evangelista de labios pintados y actitud desafiante mientras que Ana Curra (miembro de "Alaska y los Pegamoides", "Parálisis Permanente" y "Seres Vacíos") se convierte en la Templanza vestida con ropas inequívocamente punk.

En definitiva, con esta serie pictórica Costus transforma la iconografía escultórica del monumento franquista para adaptarla conceptual y estéticamente al contexto cultural underground que se estaba viviendo en Madrid en torno al núcleo social más cercano a los artistas. Marcada por una ambigüedad que emparenta al proyecto con cierta actitud camp, la revisión de la iconografía religiosa adoptada por el nacionacatolicismo pone en cuestión la presunta amnesia y apoliticidad de la contracultura de la Transición, si bien no deja de fomentar una doble lectura basada en la omnipresencia de la

parodia y la aparente frivolidad del kitsch.

## 6.3. Conclusiones

Frente a los tradicionales postulados estéticos en los que originalidad y autenticidad se erguían como parámetros irrefutables que discernían una alta cultura de una baja, las manifestaciones artísticas nacidas como fruto de las contraculturas de la España de la Transición parecen promulgar un eclecticismo irreverente que subvierte las jerarquías a través del uso de la parodia, la ambigüedad, la provocación, la ironía y el disfrute de la estética kitsch.

Las obras de Ocaña y Costus, tanto performance como escultura, instalación o pintura, ofrecen valiosos ejemplos de utilización de las herramientas estilísticas kitsch para llevar a cabo una labor artística cuya interpretación resulta a menudo ambivalente. En ambos casos, lo kitsch toma cuerpo en una temática cañí común basada en la recurrencia a tópicos habituales del imaginario franquista, tales como el folclore andaluz o la iconografía religiosa. La relectura de estos referentes de la construcción ideológica nacionalcatólica logra una potencia subversiva que pone de nuevo en cuestión la apoliticidad de estos movimientos artísticos remedando el debate existente en torno al camp. De esta manera consideramos que una lectura desde lo camp de la obra de estos autores además de ser posible, enriquece su recepción. Y es que viendo las folclóricas y las vírgenes de Costus, las macarenas de papel maché de Ocaña o sus irreverentes paseos por las Ramblas, resulta difícil resistirse a encontrar elementos comunes tales como la provocación o la duplicidad de las obras, que a menudo aúnan los pares bello/grotesco, reivindicación política/frivolidad, femenino/masculino, acción artística/festejo, etc.

Consideramos en este sentido que tanto Ocaña como Costus participan de la histórica ambigüedad de lo camp al tiempo que su uso paródico del kitsch encierra un mensaje micropolítico. En el caso de Ocaña esto es mucho más claro ya que se vale de unas herramientas expresivas protoqueer que rompen con el binarismo de sexo (hombre/mujer), de género (masculino/femenino) y de deseo (heterosexual/homosexual); con la deconstrucción de estos términos se posibilita la construcción de una identidad alternativa que trata de fisurar los prototipos y estereotipos heteropatriarcales. La estética kitsch de Costus puede leerse, por su parte, como una reivindicación velada de las identidades periféricas en tanto que virtualmente supone una celebración de lo femenino, lo exagerado, lo popular, lo artifical y lo carnavalesco.

Consideramos, en conclusión, que el lenguaje kitsch/camp de la obra de

Ocaña y Costus, toma la forma de un conjunto de estrategias a través de las cuales unas minorías político-sexuales tratan de intervenir en el proceso de producción de significado en un momento crucial en lo que a la creación de una nueva identidad nacional se refiere. Precisamente la herramienta para esta injerencia será la citación paródica de los códigos sexuales y de género del nacionalcatolicismo: el folclore andaluz y la religión popular. Con su desplazamiento y distorsión a través de la imitación y la caricaturización se generan nuevos referentes que, a la vez que apuntaban a la superación del Régimen dictatorial, cuestionaban sutilmente los presupuestos igualmente patriarcales de la sociedad democrática que comenzaba a construirse.

## 6.4. Referencias

Aliaga, J. V. y Gª Cortés, J. M. (2014) Desobediencias. Cuerpos disidentes y espacios subvertidos en el Arte en América Latina y España: 1960-2010. Madrid: Editorial Egales.

Amícola, J. (2002). Camp followers, Estética Camp y nueva carnavalización, CELEHIS-Revista del Centro de Letras Hispanoamericanas, 14, 168-176.

Amícola, J. (2000), Camp y postvanguardia. Manifestaciones culturales de un siglo fenecido, Barcelona:Paidós.

Asensio, S. (2004). El imaginario flamenco americano: Aura y Kitsch en la escena transnacional. Revista de Dialectología y Tradiciones Populares, 2, 146-160.

Butler, J. (2002). Cuerpos que importan: Sobre los límites materiales y discursivos del "sexo". Buenos Aires: Editorial Paidós.

Calinescu, M. (1991). Cinco caras de la modernidad. Modernismo, vanguardia, deadencia, kitsch, posmodernismo. Madrid: Tecnos.

Camps, R. (2011). Estética y políticas del poder. El kitsch como instrumento de reflexión sobre la jerarquía de las culturas. Actas del 3er Congreso Internacional de Educación Artística y visual. Málaga: Universidad de Málaga.

Cleto, F. (1999). Camp: Queer Aesthetics and the Performing Subject. A Reader. Edimburgo: Edinburgh University Press.

Fernández, J. A. (2004). The authentic queen and the invisible man: Catalan camp and its conditions of possibility in Ventura Ponsś Ocañaś retrar intermitent. Journal of Spanish Cultural Studies, 5 (1), 69-82.

García Moreno et al. (2011). Ocaña: 1973-1983: acciones, actuaciones, acti-

vismo. Barcelona: Virreina. Centre de la Imatge/Centro cultural Montehermoso. Garlinger, P.P. (2000). Dragging Spain into the "Post-Franco" Era. Transvestism and National Identity in Una mala noche la tiene cualquiera. Revista canadiense de estudios hispánicos, 24, 2, 363-382.

Mérida Jiménez, R. (2016). Transbarcelonas. Cultura, género y sexualidad en la España del siglo XX. Barcelona: Ediciones Bellaterra.

Mira, A. (2004). De Sodoma a Chueca. Una historia de la homosexualidad en España en el siglo XX. Madrid: Egales.

Moles, A. (1990). El kitsch. El arte de la felicidad. Barcelona: Paidós.

Navarro, A. (2012). Cuerpo feminista, cuerpos fragmentados y cuerpos adheridos en la estética flamenca. Conferencia pronunciada en la Plataforma Independiente de Estudios Flamencos Modernos y Contemporáneos. Disponible en: http://ayp.unia.es/dmdocuments/ses0401.pdf (Última consulta 24/11/2017).

Newton, E. (1979), Mother camp. Female impersonators in America. Chicago: The University of Chicago Press.

Pavlovic, T. (2002). Travistiendo la voz: la poética de la "movida" madrileña. En B. Zecchi (Ed.), Sexualidad y escritura (235-248). Madrid: Anthropos.

Pérez Manzanares, J. (2008). Costus: You are a Star (Kitsch, movida, 80ś y otros mitos "Typical spanish". Madrid: Editorial Neverland.

Sontag, S. (1984). Notas sobre lo Camp. En S. Sontag, Contra la interpretación y otros ensayos (303-331). Barcelona: Seix Barral.

Valis, N. (2002). The Culture of Cursilería: Bad Taste, Kitsch and Class in Modern Spain. Durham&London: Duke University Press.

Vilarós, T. (1988). El mono del desencanto. Madrid: Siglo veintiuno.

# Parte III

# Tendencias en ciencias económicas

# Capítulo 7

# Aplicación de las integrales de Feynman a la valoración de opciones financieras

# Aplicación de las integrales de Feynman a la valoración de opciones financieras

Salvador Ramallo Ros
Departamento de Economía Aplicada
Facultad de Economía y Empresa
Universidad de Murcia
salvador.ramallo@um.es

**Resumen:** En este trabajo se analiza la aplicación de las integrales de Feynman o de camino– al estudio de valoración de opciones financieras dependientes de una acción subyacente. Para ello, se establecen similitudes con el estudio de la trayectoria de una partícula cuántica con el formalismo y las integrales de Feynman y los procesos estocásticos. El estudio se encuadra dentro del modelo de valoración de opciones de Black-Scholes. Comparando los dos sistemas, se estudian qué variables e ideas son similares en ambos casos y se realiza una aproximación numérica al problema con integrales de camino mediante el método de Monte Carlo con el algoritmo de Metrópolis. Se plantea la similitud entre la temperatura de un sistema cuántico y la cantidad de información influyente en un mercado financiero.

**Palabras clave:** Integral de camino, Valoración, Black-Scholes, Acción.

## 7.1. Introducción

El estudio de los mercados financieros es un tema de interés, tanto a nivel social como para las economías gubernamentales que en ellos se financian, siendo su modelización de interés. Físicos han tratado de emplear herramientas propias del estudio de sistemas físicos al estudio de los mercados, así como de aplicar modelos físicos a este tipo de sistemas, estableciendo similitudes entre ambos campos y dando lugar a una línea de investigación llamada econofísica.

Este trabajo tiene como objetivo estudiar la aplicación que tiene la interpretación de Feynman de la mecánica cuántica basada en integrales de camino al problema de valoración del precio de opciones, activo financiero dependiente de la evolución de un activo subyacente (normalmente una acción), así como establecer semejanzas entre ambas situaciones, dando al mercado una modelización de sistema físico teniendo en cuenta que, como sistema estocástico con infinidad de variables, no hay leyes rigurosas aplicables. Se establecen semejanzas entre física y finanzas.También se estudia su implementación numérica.

Este capítulo se estructura en cinco apartados. Después de esta introducción, el segundo apartado se destina a la exposiciones de una serie de nociones que deben conocerse para poder entender y desarrollar el objetivo planteado en esta investigación. Tras ello, en el tercer apartado se plantea el modelo teórico en el que se enmarca nuestro estudio. Seguidamente, en el cuarto apartado se muestran los resultados obtenidos mediante simulación y la comparativa con casos conocidos, y, finalmente, el último apartado plantea las principales conclusiones del capítulo.

## 7.2. Nociones previas

De cara al desarrollo de los objetivos planteados en esta investigación, algunos conceptos y teoremas que serán empleados en el estudio deben ser aclarados para una mejor comprensión de este capítulo.

- Mercado eficiente: es aquél en el que los precios sólo tienen pequeñas desviaciones de su precio justo, entendiendo por precio justo el valor real de la empresa. Tanto compradores como vendedores tienen la misma información, sin tener ninguno una posición ventajosa.
- Volatilidad y aleatoriedad. Los cambios en el mercado eficiente se con-

sideran aleatorios, ya que al tener la misma información compradores y vendedores, éstos se consideran impredecibles, con desviaciones iguales tanto por encima como por debajo del precio justo. Para una variable aleatoria que represente el precio de los activos, cómo de aleatorio es cada caso viene determinado por su volatilidad, la cual está relacionada por la varianza de la variable.

- Opciones. El activo que analizamos en este estudio es la opción, un derivado que se puede asociar a una acción. El inversor paga un derecho durante un periodo para comprar o vender una acción a un precio previamente pactado (strike) en una fecha (vencimiento). Hay muchos tipos de opciones, interesando aquí las europeas, que son las que sólo se puede ejecutar en la fecha de vencimiento. También se clasifican las opciones en otros dos tipos: de compra (call) o venta (put).

  - La opción call da al comprador el derecho a comprar un activo a un precio predeterminado en una determinada fecha, obligando al vendedor de la opción a vender el activo si el comprador emplea su derecho de compra. Esto se traduce (Bonnet, 2008) en:

$$\left.\begin{aligned} C(T, S(T)) = S(T) - K, S(T) > K; \\ O, S(T) < K; \end{aligned}\right\} \tag{7.1}$$

    con "T" el momento de vencimiento, "C" el benficio obtenido, "S" el precio de la acción y "K" el precio de la acción en el momento de compra de la opción (véase figura 7.1)

  - La opción put concede al que la posee el derecho a vender un activo a un precio predeterminado en una determinada fecha, obligando al vendedor a comprar el activo si el que posee la opción ejerce su derecho de venta (véase figura 7.1)

- Opciones dependientes e independientes del camino. El precio de venta de las opciones puede o no depender de la evolución de su precio durante un periodo. En las opciones dependientes del camino, el precio de vencimiento queda determinado por los precios que tiene la acción subyacente durante los meses hasta el vencimiento, con dicha dependencia valorada de distinta forma (tales como medias ponderadas, aritméticas...). Por otra parte, son varios los conceptos pertenecientes a mercados financieros y a procesos estocásticos que deben ser aclarados. En particular, según la teoría del movimiento aleatorio, las fluctuaciones de los mercados se pueden predecir en mayor o menor medida con el

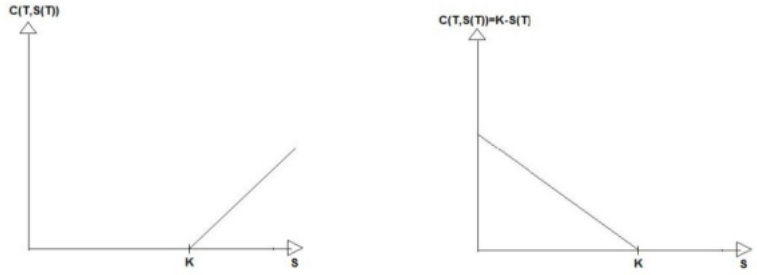


Figura 7.1: Opción call y opción put respectivamente

grado de ajuste dado por circunstancias que rodean a los mercados: situaciones de miedo o comportamientos impredecibles en el inversor. Por ello, la evolución del precio de activos se describe con procesos estocásticos.

Un sistema estocástico es un sistema cuyo comportamiento es no determinista. El siguiente estado en el proceso viene determinado por acciones predecibles y elementos aleatorios. Los procesos estocásticos continuos en el tiempo son los procesos Wiener, conocidos como movimientos brownianos y caracterizados por tres propiedades:

- Son procesos tipo Markov: la distribución de probabilidad de valores futuros dependen sólo del valor actual, no de los pasados. Los procesos Wiener son tipo Markov con media cero y varianza anual uno ($\varphi$(0,1)).
- Tiene incrementos independientes. Para un proceso Wiener de variable aleatoria z, sus variaciones $\Delta$z para dos intervalos de tiempo $\Delta$t son independientes.
- Las variaciones en el proceso, $\Delta$z, en un intervalo de tiempo, $\Delta$t, se distribuyen normalmente, aumentando la varianza linealmente con el tamaño del intervalo temporal, $\Delta z = \epsilon \Delta t$, con $\epsilon$ una variable aleatoria ($\varphi$(0,1)). Por lo tanto, un proceso Wiener quedarflejado por la ecuación dX=a·dt+b·dz, con a la tendencia esperada por unidad de tiempo y b·dz el ruido añadido al primer componente (variabilidad) con dz = $\epsilon$t·dt. El caso general es el proceso Ito, dado por dx=a(x,t)·dt+b(x,t)·dz; en nuestro caso x será el precio de la acción.

Es importante destacar algunos puntos en lo referente a la evolución del precio de las opciones.En las acciones, dado que el precio no puede ser negativo,

las variaciones no pueden seguir la distribución normal, por lo que se consideran variaciones logaritmico-normales (véase figura 7.2), distribuyéndose los cambios en los logaritmos de los precios de forma normal. Además, se considera la tasa de rendimiento exigida por los inversores (independiente del precio), luego en nuestro proceso Wiener (tendencia esperada + varianza) se sustituye la tendencia por la tasa de rendimiento esperada (tendencia esperada dividida entre el precio de la acción).

Luego, si S(t) es el precio, la tendencia esperada será $\mu$·S(t) donde "$\mu$" es la tasa de rendimiento esperada, luego dS =$\mu$·S(t)·dt; es decir $\frac{dS}{S(t)} = \mu \cdot dt$ y entonces $S(T) = S_0 \cdot e^{\mu \cdot T}$

(con "T" el momento que se quiere comprar). Pero la volatilidad no es nula. Se considera que en un $\Delta$t pequeño, la variabilidad del rendimiento esperado es independiente del precio del activo, implicando que la desviación de la variación del rendimiento en $\Delta$t debe ser proporcional al precio de la acción, luego $dS = \mu \cdot S \cdot dt + \sigma \cdot S \cdot dz$ ó

$$\frac{dS}{S(t)} = \mu \cdot dt + \sigma \cdot dz; \tag{7.2}$$

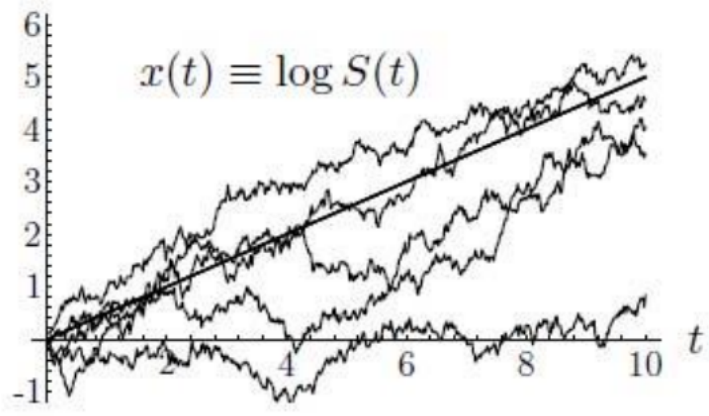


Figura 7.2: Comportamientos logarítmicos del precio de acciones (Kleinert, 2009).

Se considera como principio fundamental la ausencia de arbitraje, esto es, tomar ventaja libre de riesgo de una diferencia de precio entre mercados. La ausencia de arbitraje se puede asemejar a aislar el sistema.

Por otra parte, el vínculo entre la evolución de un sistema aleatorio y los procesos de difusión vendrá dado por el Teorema de Feynman-Kac, un método

de resolución de ciertas ecuaciones en derivadas parciales mediante la simulación de los caminos aleatorios en un proceso estocástico. Sea la Ecuación en Derivadas Parciales

$$\frac{\partial u}{\partial t}(x,t)+\mu(x,t)\cdot\frac{\partial u}{\partial x}(x,t)+\frac{1}{2}\cdot\sigma^2(x,t)\cdot\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}(x,t)-V(x,t)\cdot u(x,t)+f(x,t)=0 \tag{7.3}$$

dfinida $\forall xenR$ y t en [0,T], con condición final u(x,T)=$\Psi$(x), con $\mu$, $\sigma$, $\Psi$, v, f funciones conocidas, T un parámetro y u: R x [0,T]$\rightarrow$R la incógnita.

El teorema indica que la solución puede ser escrita como un valor esperado condicional bajo la medida de la probabilidad Q tal que x es un proceso Ito, conducido por la ecuación dx = $\mu$(x,t)dt+$\sigma$(x,t)dWQ, con WQ(t) un proceso Wiener (browniano) bajo Q, y condicionado a xT=x

$$u(x,t)=E^Q\left[\int_t^T e^{-\int_t^r v(x_\tau,\tau)dt}\cdot f(x_r,r)dr+e^{\int_t^T v(x_\tau,\tau)d_\tau}\cdot\psi(x_T)\right];\mid X_T=x\mid \tag{7.4}$$

La fórmula de Feynman-Kac se puede interpretar como un método para evaluar integrales de camino (Kac, 1949). Si

$$I=\int f(x(0))\cdot e^{-\mu\int_0^t v(x(t))dt}\cdot g(x(t))\cdot Dx$$

con la integral formada sobre todos los caminos aleatorios, Kac demuestra que entonces

$$I=\int W(x,t)\cdot g(x)dx$$

donde w(x,t) es una solución de la ecuación parabólica en derivadas parciales

$$\frac{\partial w}{\partial t}=\frac{1}{2}\frac{\partial^2 w}{\partial x^2}-u\cdot v(x)\cdot w$$

Con w(x,0)=f(x)

Formulación equivalente es que para una ecuación diferencial estocástica con $0\leq$ t y h(y) una función, el valor esperado de h(x(T)) (con T el momento final en el que se quiere comprar), con x(t) la solución a la ecuación diferencial

estocástica dx(t)= $\alpha$(t, x(t))dt + $\beta$(t, x(t)) $\cdot$ dw(t), y con condición inicial $x(t_0) = x$, se puede escribir como una función no aleatoria

$$g(t,x) = E^{t,x}[h(x(T))] \rightarrow E^{t,x}[h(x(T)) \mid F_T] = g(t, x(t));$$

(propiedad de Markov) y junto al teorema de Feynman-Kac se tiene

$$g(t,x) = E^{t,x}[h(x(T))] = \int dx(T)(x(T)) \cdot p(x(T), T(t), t) \tag{7.5}$$

Luego, el proceso de modelización del problema sigue la estructura:

Evolución precio de acciones/opciones $\rightarrow$ Proceso estocástico $\rightarrow$ Ec. diferencial estocástica $\rightarrow$ Evaluación de integrales de camino

### 7.2.1. Formulación de Feynman de la mecánica cuántica

Las integrales de camino son la base de la representación de Feynman de la mecánica cuántica. En ella, la posición de la partícula x(t) en cada t $\in$ [ti,tf] se considera como una variable aleatoria independiente y la amplitud de probabilidad de realizar una transición de la posición inicial a la final viene dada por el cuadrado del valor absoluto de la amplitud de transición, con el operador Hamiltoniano de la partícula, siendo obtenida integrando sobre todos los posibles valores de todas las variables aleatorias x(t), obteniendo la integral de camino:

$$< x_f \mid e^{-\frac{i}{\hbar}(t_f - t_i)\cdot \hat{H}} \mid X_i >= \prod_{t_i<t<t_f} \int_{-\infty}^{\infty} dx(t) \cdot e^{\frac{i}{\hbar} S_{QM}} \tag{7.6}$$

La integración funcional se puede ver como sumar sobre todos los posibles caminos que la partícula puede tomar entre xi y xf entendiéndose como la partícula cuántica tomando virtualmente todos los caminos (Fig.4)

La acción S es un funcional de los caminos, pudiendo construirse desde el Hamiltoniano una forma general

$$S_{QM} = \int_{ti}^{tf} dt \cdot [\frac{1}{2} m (\frac{dx}{dt})^2 + V(x(t))] \tag{7.7}$$

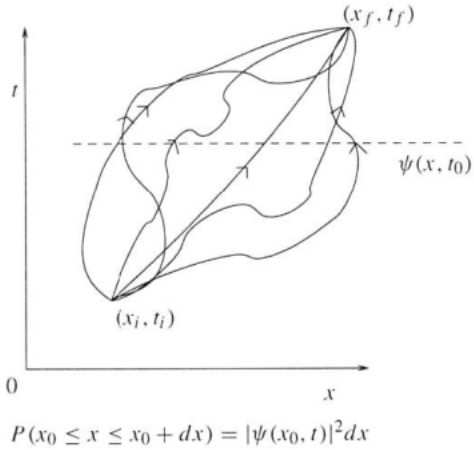


Figura 7.3: Partícula cuántica tomando todos los posibles caminos de (xi,ti) a (xf,tf) (Baaquie, 2004).

Una forma de entender este formalismo es la relación que estableció Feynman entre la integral de camino y el principio de Huygens en óptica. Éste establece que conocida la amplitud de una onda en una superficie, la amplitud en un punto cercano se obtiene como suma de las contribuciones de tiempo que le costaría a la luz llegar de la superficie al punto siguiendo el rayo luminoso más corto (Fig.5)

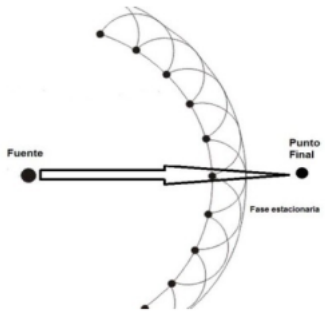


Figura 7.4: Principio de Huygens.

Por lo tanto, para la amplitud de la onda $\Psi$ en dicha superficie, consistente en todas las x en un tiempo t, su valor en el punto cercano t+1 será la suma de todas las contribuciones desde la superficie en tiempo t, y cada contribución con un desfase proporcional a la acción que necesitaría para moverse de la superficie al punto por el camino de mínima acción en mecánica clásica. Esto es:

$$\Psi(\overrightarrow{r}, t) = \int K(\overrightarrow{r}, t; r_0, t) \cdot \Psi(\overrightarrow{r}_0, t_0) dr_0; \tag{7.8}$$

con $K(\overrightarrow{r}, t; \overrightarrow{r}_0, t)$ la amplitud de transición para pasar del punto inicial al siguiente (conocido como propagador en mecánica cuántica) y $\Psi(\overrightarrow{r}, t0)$ la amplitud en el punto inicial (es decir, la función de onda inicial evaluada en ese punto), sumando sobre las contribuciones de todos los puntos iniciales. En esa densidad de transición están las exponenciales de la acción que dan los pesos de cada camino.

El propagador es como una función de onda; la función de onda inicial $\Psi(r_0, t_0)$ está sujeta al punto $\overrightarrow{r}_0 = \overrightarrow{a}, \Psi(\overrightarrow{r}_0, t_0) = \gamma(\overrightarrow{r}_0 - \overrightarrow{a})$, siendo la función de onda resultante en el punto $\overrightarrow{r}$ el propagador $\Psi(\overrightarrow{r}, t) = K(\overrightarrow{r}, t; \overrightarrow{a}, t_0)$. La trayectoria clásica que une ambos puntos da la contribución de fase estacionaria al integrando.

## 7.3. Estudio teórico

### 7.3.1. Integrales de camino en mecánica cuántica y su aplicación en finanzas. Similitudes.

La idea de las integrales de camino es tratar una magnitud como una media de valores con un factor de peso adecuado a ellos. Sea una partícula en movimiento entre los puntos A y B, del momento $t_1$ a $t_2$; la idea es que la amplitud (o probabilidad de transición de que la partícula se mueva del punto A al B) se obtiene considerando todos los caminos que unen los puntos.

Cada camino tiene un factor de probabilidad, proporcional a $e^{-c \cdot A[\Omega(t,x(t))]}$, medido desde el llamado funcional acción, $A[\Omega(t, x(t))]$, donde $\Omega(t, x(t))$ es una función en el espacio-tiempo. El funcional acción lleva la información dinámica del sistema, y viene dado por la integral temporal del funcional densidad lagrangiana $A[\Omega(t, x(t))] = \int_{t0}^{t} d\tau \cdot L[\Omega(\mathrm{T}, x(\mathrm{T}))]$. Es decir, la integral de camino puede ser escrita considerando la integral sobre todos los caminos que unen ambos puntos

$$K(x_t, T \mid x, t) = \int_{x(t)}^{x(T)} Dx[t'] \cdot e^{-c \cdot A[\Omega(t,x(t))])} \tag{7.9}$$

- Caso mecánica cuántica

En este caso, la acción se formula con el Hamiltoniano en vez del Lagrangiano (relacionados a través del operador momento). La integral de camino se construye con un operador de evolución temporal $\hat{U}(t_b, t_a)$, que actúa en la probabilidad de transición entre dos puntos. Para un Hamiltoniano H, de la ecuación de Schrödinger se obtiene el operador evolución temporal:

$$U(t_a, tb) = e^{-i(t_b - t_a)\cdot H/h}$$

con amplitud de probabilidad de transición:

$$P(\Psi(t_b), t_b \mid \Psi(t_a), t_a) \equiv < \Psi(t_b) \mid \hat{U}(t_b, t_a) \mid \Psi(t_a) >$$

El sistema tiene una función de onda —x(t) ¿, y una partición dividida en un número N+1 con cada trozo de tiempo de igual anchura $\Delta t = t_n - t_{n-1} = \frac{t_b - t_a}{N+1} > 0$, y la probabilidad de transición:

$$P(x(t_b) \mid x(t_a)) = x(t_b) \mid \hat{U}(t_b, t_N) \cdot \hat{U}(t_N, t_{N-1}) \cdots \hat{U}$$

Insertando N veces la identidad $\int_{-\infty}^{\infty} dx(t_n) \cdot \mid x(t_n > x(t_n) \mid = 1$ (con n=1,...N)
Tenemos el producto de N integrales:

$$P(x(t_b), t_b \mid x(t_a), t_a) = \prod_{n=0}^{N} \left[ \int_{-\infty}^{\infty} dx(t_n) \right] \cdot \prod_{n=1}^{N+1} < x(t_n) \mid x(t_{n-1}) >=$$
$$\prod_{n=1}^{N} \left[ \int_{-\infty}^{\infty} dx(t_n) \right] \cdot \prod_{n=1}^{N+1} < x(t_n) \mid e^{-i\cdot\delta t\cdot\frac{\hat{H}}{\hbar}} \mid x(t_{n-1}) >$$

lo cual se puede escribir (Feynman, 1948):

$$P\left(x(t_b), t_b \mid x(t_a), t_a\right) = \prod_{n=1}^{N} \left[ \int_{-\infty}^{\infty} dx(t_n) \cdot \prod_{n=1}^{N+1} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{dp(t_n)}{2\pi\hbar} e^{\frac{i}{\hbar}A^N} \right] \tag{7.10}$$

con:

$$A^N = \prod_{n=1}^{N+1} \{p(t_n) \cdot [x(t_n) - x(t_{n-1})] - \Delta t \cdot H(\hat{p}(t_n), x(t_n), t_n)\} = \int_{t_a}^{t_b} dt\{p(t) \cdot \acute{x}(t) - H(p(t), x(t), t)\} = \int_{t_a}^{t_b} df \cdot L(x(t), \acute{x}(t)) \tag{7.11}$$

Quedando la amplitud de probabilidad de transición:

$$P(x(t_b), t_b \mid (x(t_a), t_a \equiv < x(t_b) \mid \hat{U}(t_b, t_a) \mid x(t_a) > \int_{x(t_a)}^{x(t_b)} Dx(t) \cdot \int_{t_a}^{t_b} \frac{dp(t)}{2\pi\hbar} e^{\frac{i}{\hbar} A[p(t), x(t)]}$$

donde $\prod_{n=1}^{N} [\int_{-\infty}^{\infty} dx(t_n)]$ es $\int_{x(t_a)}^{x(t_b)} Dx(t)$

Integrar a todos los caminos equivale a sumar todas las historias en las que el sistema físico puede evolucionar.

Se aplica la idea al estudio del precio de activos: la probabilidad de transición de un precio inicial a uno final también se podrá obtener mediante suma de las historias posibles (como la posición en mecánica cuántica), y el peso de cada camino posible lo dará una acción efectiva dado por factores como la volatilidad del activo.

- Integral de camino en finanzas

Según el teorema de Feynman-Kac, para la ecuación diferencial estocástica:

$$f_t(t, x) + a(t, x) \cdot f_x(t, x) + \frac{1}{2}\beta^2(t, x) \cdot f_{xx}(t, x) = r \cdot f(t, x)$$

y con h(x(T)) la condición terminal y la función pay-off (equivalente a lo que obtendría el comprador) tenemos:

$$f(t, x) = E^{t,x}[e^{-r\cdot(T-t)} x(T)] = \int dx(T) \cdot e^{-r\cdot(T-t)} \cdot h(x(T)) \cdot x(T) \cdot p(x(T), T \mid x(t), t)$$

donde p(x(T),T—x(t),t) es, como en mecánica cuántica, la función de probabilidad de transición, y cumple que

$$P(x(T), T \mid x(t), t) = \int_{-\infty}^{\infty} P(x(T), T \mid x_2, t_2) \cdot P(x_2, t_2 \mid x(t), t) dx_2$$

hasta N particiones (véase la figura 7.5):

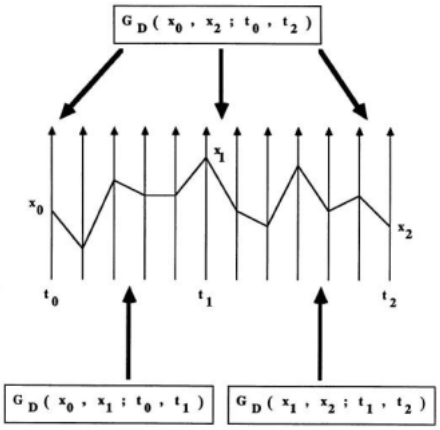


Figura 7.5: Partición de la distribución densidad de transición (Dash, 1989).

Para el estudio del precio del activo como función queda el valor esperado estocástico de la función pay-off del comprador de la opción:

$$\theta(S(t), t) = E^{t,S(t)}[e^{-r \cdot \mathrm{T}} F(e^{x(T)})] \tag{7.12}$$

con $\mathrm{T} = T - t; yx(T) = ln(S(T))$

cumpliendo x(t) la ecuación del proceso Wiener, $dx(t) = \sigma(t, x(t))\Delta dt + \beta(t, x(t)) \cdot dW(t) y F(e^{x(T)})$ la función pay-off. $\theta(S(t), t)$ el precio que costará comprar o vender la opción, es decir el precio del derecho a comprarle (o vender) la acción a un precio determinado en una fecha (de vencimiento). $F(e^{x(T)})$ es la función payoff que obtendrá el poseedor de la opción al ejecutar en el vencimiento, es decir, la diferencia entre lo que valga la acción en ese momento y lo que él está pagando en el vencimiento. Si su precio está por encima, podrá vender la acción (adquirida al precio pactado tiempo atrás) en el mercado y obtener beneficios. X(t) es la función que nos da el precio de la acción, S(t), evolucionando de forma log-normal.

Para la obtención de la función de probabilidad de transición se emplea la ecuación del proceso Wiener (equivalentemente$x(t) = x(0) + \int_0^t \Delta(s) \cdot dw(s) +$

$\int_0^t \theta(s) \cdot dS$). La obtención es compleja (Bonnet, 2008), con el teorema de Ito-Doeblin, diversas aproximaciones y representando $\sigma$ en términos de la integral de Fourier. El resultado es:

$$P(x(T), T \mid x(t), t) = K(x_T, T \mid x(t), t) = K(x_T, T \mid x, t) = \lim_{N\to\infty} \int_{-\infty}^{\infty} cdots \int_{-\infty}^{\infty} \prod_{t=1}^{N-1} \frac{dx_i \cdot (-\sum_{i=0}^{N-1} \frac{x_{i+1}-x_i-D^{(}1)\Delta t}{4D^2(x_i,t_i)\cdot\Delta t}}{\sqrt{4\pi D^2(x_i, t_i \cdot \Delta t}} \tag{7.13}$$

(con $D^{(1)}$ y $D^{(2)}$funciones de $\alpha$(t, x(t)) y $\beta$(t, x(t))), identificando:

$$A[x(t)] = \int_t^T L(\acute{x}(\acute{t}), x(\acute{t}), \acute{t}) d\acute{t} = -\int_t^T \frac{[\acute{x}(\acute{t}) - D^{(1)}(x(\acute{t}), \acute{t})]^2}{4D^{(2)}(x(\acute{t}), \acute{t})} d\acute{t}$$

mientras que:

$$\prod_{i=1}^{N-1} \frac{dx_i}{\sqrt{4\pi D^{(2)}(x_i, t_i)\Delta t}} = Dx[\acute{t}]$$

Es decir:

$$K(x_T, T \mid x, t) = \int_{x(t)}^{x(T)} Dx[t'] \cdot e^{-A[x(t')]} \tag{7.14}$$

Siendo, entonces, la fórmula genérica de valoración del activo:

$$\theta(S(t), t) = E^{t,S(t)}[e^{-r\tau} F(e^{x(T)})] = \int_{-\infty}^{\infty} dx(T) \cdot \{\int_{x(t)}^{x(T)} Dx[t'] \cdot e^{-r\tau} \cdot F[e^{x(T)}]\} \tag{7.15}$$

- Comparativa del formalismo entre distintos campos
  - En física clásica, la evolución temporal de los sistemas dinámicos se basa en el principio de mínima acción. Las ecuaciones de movimiento son las ecuaciones de Euler-Lagrange para el mínimo de un funcional acción (integral temporal de la función lagrangiana que define el sistema dinámico). Sus soluciones son trayectorias del sistema dinámico y minimizan el funcional acción.

Tabla 7.1: Semejanzas entre problemas.

| Semejanza | Mecánica cuántica vs finanzas |
|---|---|
| Variable | Posición q(t)…precio S(t) |
| probabilidad de los caminos | $e^{\frac{i}{\hbar}A[q,\dot{q}]} \dots e^{A_{eff}[S(T),t]}$ |
| dirección del propagador | $t_0 \to t_f \dots t_f \to t_0$ |
| acción | $\int L(q,\dot{q}) \dots \int L_{eff}(S(t),t)dt_i$ |
| principio básico | mínima energía…no arbitraje |
| evolución | ec. Schrödinger…ec. Difusión |

- En mecánica cuántica, se habla de probabilidad de los caminos que el sistema puede tomar. En sistemas probabilísticos (como los estocásticos) se define una medida del conjunto de todos los caminos posibles desde xi a xf, y los valores esperados de las cantidades dependientes del camino están dadas por integrales de camino sobre los posibles caminos. El peso de cada camino en la integral lo determina el número real dado por el negativo de la exponencial del funcional acción. Además, la representación de las integrales de camino se pueden obtener como la solución Feynman-Kac de la ecuación que describe la evolución temporal de un sistema dinámico cuántico, la ecuación de Schrödinger.
- En finanzas, el principio fundamental es la ausencia de arbitraje, con un rol similar al principio de mínima acción. Como en sistemas físicos dinámicos, se pueden introducir funciones lagrangianas y funcionales acción. Será la ecuación de difusión para un proceso estocástico la que determine la evolución temporal.

Mientras que, en mecánica cuántica, el factor de fase es de tipo imaginario ($e^{\frac{i}{\hbar}S}$, con S la acción), en física estadística y, en su aplicación que realizamos en finanzas, tenemos un factor de peso estadístico real ($e^{\frac{-E}{k_b T}}$).

Además, toda ecuación de difusión tiene solución en forma de integral de camino. Sin embargo, para la opción financiera hay una particularidad, pactando el precio en el momento de expiración y se ejecuta en un t*, por lo que la información se propaga hacia atrás hasta el momento presente $t_0$ por los pasos de tiempo consecutivos $\Delta t$.

Cada paso se lleva a cabo por un "propagador", la función de Green, solución de la ecuación de difusión subyacente para el valor de la acción. Es decir, los caminos se generan en el espacio de coordenadas de x desde t* hacia atrás en $t_0$, con la dependencia de x en las variables financieras del modelo (se

supone un campo de energía estable, sin grandes cambios ni bruscas caídas de mercado).

Otra similitud entre ambos es que se puede asociar un hamiltoniano a las ecuaciones que conducen el precio de la acción. Ejemplo es la ecuación de Black-Scholes-Schrödinger (BSS) (Baaquie, 2004), $\frac{\partial C}{\partial t} = H_{BS}$ para el modelo de Black-Scholes(con $S = e^x$)

$$\frac{\partial C}{\partial t} = \frac{-1}{2}\sigma^2 \cdot S^2 \cdot \frac{\partial^2 C}{\partial S^2} - r \cdot S \cdot \frac{\partial C}{\partial S} + r \cdot C$$

Visto como sistema cuántico, tendría un grado de libertad ("x"), la volatilidad se puede asimilar, comparando, al análogo del inverso de la masa, con el término "drift" un potencial dependiente de la velocidad, y el precio de la opción "C" el análogo a la función de estado de Schrödinger. Con el hamiltoniano se puede obtener la densidad de probabilidad de transición en problemas sencillos

$P(x, \tau, x') =< x \mid e^{-\tau \cdot H} \mid x' >$, y junto a Feynman-Kac, obtener la función que describa el precio del activo

$$C(t, x) = \int_{-\infty}^{\infty} dx' \cdot < x \mid e^{-\tau \cdot H} \mid x' > \cdot g(x')$$

Teniendo el problema una representación en este formalismo.

### 7.3.2. Modelo de Black-Scholes para la valoración de opciones independientes del camino.

El modelo estándar para describir el precio de activos es el modelo de Black-Scholes (BS). En los años 70, Black observó que sus ecuaciones se parecían a las de difusión del calor y desarrolló su modelo. Esas ecuaciones de tipo difusivo (Dash, 1989) permiten reescribir el modelo bajo el formalismo de las integrales de camino. El modelo tiene los siguientes supuestos (Kleinert, 2009): las ganancias se distribuyen de forma normal, los mercados son eficientes (es decir, hay ausencia de arbitraje), no hay comisiones ni se reparten beneficios y las tasas de interés constantes y conocidas. La ecuación diferencial que caracteriza el modelo de BS (Richardson, 2009) de valoración de opciones debido a la aplicación del Lema de Ito a un proceso estocástico, es:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = \frac{-1}{2}\sigma^2 \cdot S^2 \cdot \frac{\partial^2 C}{\partial S^2} - r \cdot S \cdot \frac{\partial C}{\partial S} + r \cdot C \tag{7.16}$$

siendo "C" el precio de la opción, también escrito como $\theta(S,t)$.

Con el cambio de variable conocido $x = lnS \leftrightarrow S = e^x$ con $-\infty \leq x \leq \infty$, se asemeja la ecuación de BSS $\frac{\partial C}{\partial t} = H_{BS} \cdot C$ con el hamiltoniano de BS dado por:

$$H_{BS} = \frac{-\sigma^2}{2}\frac{\partial^2}{\partial x^2} + (\frac{1}{2}\sigma^2 - r)\frac{\partial}{\partial x} + r$$

Además, se pueden comparar las propiedades de las ecuaciones de Schrödinger y las de BSS:

- En mecánica cuántica, la posición es una variable aleatoria, siendo el precio en finanzas también una variable aleatoria.

- El precio de la opción $\mid C(t) >$ es análogo a la función de estado $\mid \Psi(t) >$ en mecánica cuántica, pero mientras que el precio de la opción $\mid C(t) >$ es observable y no necesita interpretación probabilista, $\mid \Psi(t) >$si la necesita. Por lo tanto, mientras que $< \Psi \mid \Psi >= \int_{vol} \mid \Psi \mid^2 dx = 1$ debido a la interpretación probabilística, $< C \mid C >$ tiene un valor arbitrario.

- Mientras que la ecuación de Schrödinger requiere una función de estado compleja, al ser la ecuación de BS una ecuación diferencial real parcial, siempre la función precio será real.

- En mecánica cuántica, los hamiltonianos son hermíticos para que los autovalores sean reales. En la determinación del precio de opciones, los hamiltonianos no son hermíticos y los autovalores pueden ser complejos, aunque se suelen escoger hamiltonianos que con una transformación se conviertan en hermíticos para simplificar el problema.

- La ecuación de Schrödinger es un problema de valor incial, mientras que la ecuación de BSS es un problema de valor final, ya que el precio de la opción en su vencimiento es especificado previamente.

- La ecuación de Schrödinger es reversible en el tiempo, la de BSS no lo es por hermiticidad.

Una vez tenemos el hamiltoniano, se denomina $\mu = r - \frac{\sigma^2}{2}$ y se impone que para el vencimiento la función precio es igual a la de función pay-off, es decir $\theta_F(e^{x_r}, T) = F(e^{x_r})$.

Tabla 7.2: Comparativa.

| Propiedades ec. Schrödinger vs ec. Black-Scholes-Schrödinger |
|---|
| $\|\psi >\leftrightarrow\|C >$ |
| No observable – Observable |
| $< \psi\|\psi >\neq< C\|C >$ |
| Función compleja-función real |
| Hamiltonianos hermíticos – Hamiltonianos no hermíticos |
| Problema de valor inicial – problema de valor final |
| Reversible en t – irreversible en t |

La ecuación se resuelve con transformadas de Fourier. Una solución al problema de Cauchy planteado viene dado por la fórmula de Feynman-Kac y el valor esperado (Feynman, 1948; Linetsky, 2009)

$$\theta(S(t),t) = e^{-r\cdot\tau} \cdot E_{(t,S)} \mid F(S_T)] \qquad \tau = T - t$$

Esta media se puede representar como una integral sobre el conjunto de todos los caminos originados en (t,S), es decir, una integral de camino:

$$\theta_F(S,t) = e^{-r\cdot\tau} \cdot E_{(t,S)}[F(e^{x_T})] = e^{-r\cdot\tau} \int_{-\infty}^{\infty} \left( \int_{x(t)=x}^{x(T)=x_\tau} F\left(e^{x_\tau}\right) \cdot e^{A_{BS}[x(t')]} \cdot Dx(t') \right) dx_T$$

con:

$$A_{BS}[x(t')] = \int_t^T L_{BS} dt'$$

El lagrangiano puede ser obtenido mediante el "propagador":

$$P_{BS}(x, \mathrm{T} \mid x') =< x \mid e^{-\tau\cdot H_{BS}} \mid x' >$$

y la ecuación de Feynman (Baaquie, 2004):

$$x_i \mid e^{-\epsilon H_{BS}} \mid x_{i-1} > N_{BS}(\epsilon) \cdot e^{\epsilon\cdot L_{BS}}$$

Resultado:

$$L_{BS} = \frac{1}{2\sigma^2}(\acute{x}(t) - \mu)^2$$

Con $\acute{x}(t') = \frac{dx}{dt'}$

Luego $L_{BS} = \frac{1}{2\sigma^2}\acute{x}^2 - \frac{\mu}{\sigma^2}\acute{x} + \frac{\mu^2}{2\sigma^2}$

y con $A_0[x(t')] = \int_t^T L_0 dt'$ y $L_0 = \frac{1}{2\sigma^2}\acute{x}^2$

se obtine $A_{BS}[x(t')] = \frac{\mu^2\tau}{2\sigma^2} - \frac{\mu}{\sigma^2}(x_T - x) + A_0[x(t')]$

siendo además el tiempo discretizado

$$\int_{x(t)=x}^{x(T)=x_T} \rightarrow \lim_{N\to\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \cdots \int_{-\infty}^{\infty} \cdots \frac{dx_1}{\sqrt{2\pi\sigma^2\Delta t}} \cdots \frac{dx_2}{\sqrt{2\pi\sigma^2\Delta t}} (N - 1 integrales)$$

Para la opción en el modelo de BS, que es independiente del camino que recorre el precio, la función pay-off de venta del activo sólo depende del momento de expiración. Esto es así porque en las opciones independientes del camino sólo se pacta el precio de compra en el momento de expiración. Por lo tanto, la función pay-off puede salir de la integral de camino (Linetsky, 2009)

$$\begin{aligned} \theta_F(S,t) = e^{-r\cdot\tau} \int_{-\infty}^{\infty} \left( \int_{x(t)}^{x(T)=x_T} F(e^{x_T}) \cdot e^{-A_{BS}[x(t')]} Dx(t') \right) dX_T = \\ e^{-r\tau} \int_{-\infty}^{\infty} F(e^{x_T}) \cdot e^{\left(\frac{\mu}{\sigma^2}\right)\cdot(x_T - x) - \left(\frac{\mu\tau}{2\sigma^2}\right)} \cdot K(x_T, T \mid x, t) dx_T \end{aligned} \tag{7.17}$$

con $K(xT, T \mid x, t)$ la densidad de probabilidad de transición para un movimiento de tipo browniano (o propagador).

$$K(x_T, T \mid x, t) = \int_{x(t)}^{x(T)=x_T} e^{-A_0[x(t')]} \cdot Dx(t') = \lim_{N\to\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \cdots \int_{-\infty}^{\infty} e^{\frac{-1}{2\sigma^2\Delta t}\prod_{i=0}^{N-1}(x_{i+1}-x_i)^2} \frac{dx_1}{\sqrt{2\pi\sigma^2\Delta t}} \cdots \frac{dx_{N-1}}{\sqrt{2\pi\sigma^2\Delta t}}$$

Linetsky (2009) muestra su solución, quedando la función precio de la opción independiente del camino según el modelo de BS, para el caso de una deriva $\mu$:

$$\theta F(S,t) = e^{-r\cdot\tau}\int_{-\infty}^{\infty} F(e^{x_{\mathrm{T}}})\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2\tau}}e\frac{-(x_{\mathrm{T}}-x-\mu\tau)^2}{2\sigma^2\tau}dx_T \tag{7.18}$$

Para el caso de una opción tipo call, con función pay-off tipo Max(exT- K, 0), se obtiene integrando la ecuación de BS:

$$\theta_F(S,t) = S\cdot N(d_2) - e^{-r\cdot\tau}\cdot K(d_1) \tag{7.19}$$

donde:

$$d_1 = \frac{ln(\frac{S}{K})+\mu\tau}{\sigma\cdot\sqrt{\tau}}; d_2 = d_1 + \sigma\cdot\sqrt{\tau} \tag{7.20}$$

El modelo, además, puede incluir el reparto de dividendo, incluyendo en el término drift una función D(x,t) (dividendo por acción) con la exponencial negativa:

$$\mu(x,t) = r_0 - \frac{1}{2}\sigma_0^2 - D(x,t)\cdot e^{-x}$$

Por último, se observa la semejanza de la ecuación obtenida para una partícula en mecánica cuántica con la función precio:

$$\boxed{A)\ \ (q_f,t_f) = \int_{q_f}^{q_i} D[q]\cdot e^{\frac{i}{\hbar}S[q]} = \prod_{i=1}^{N+1}\int_{-\infty}^{\infty}\frac{dx_n}{\sqrt{2\pi\hbar\epsilon/m}}e^{-\int_{t_i}^{T}\frac{m}{2}\acute{q}^2+|(q)]d\tau}}$$

Con:

$$A_e[q,\acute{q}] = \int_{t_i}^{t_f}[\frac{m}{2}\acute{q}^2 + V(q)]d\tau$$

$$\boxed{B)\ \ \theta_F(S,t) = e^{-r\tau}\int^{\infty}\frac{dx_n}{\sqrt{2\pi\sigma^2\Delta t}}\cdot F(e^{x_T})\cdot e^{-\int_t^T\frac{1}{2\sigma^2}(\acute{x}(t)-\mu)^2dt'}}$$

Con:

$$A_{BS}[x(t')] = \int_t^T\frac{1}{2\sigma^2}(\acute{x}(t)-\mu)^2dt$$

y con:

$$F(e^{xT}) = \text{máx}(e^{xT} - K, 0)$$

Se observa que el modelo se corresponde con un potencial asemejado al drift, una volatilidad que guarda relación con la masa, con la diferencia que es el interés que pretende obtener el inversor, pero que como es evidente no pretende obtener una partícula, y la intención de maximizar por parte de éste su beneficio en la función pay-off.

- Opciones dependientes del camino

En una opción con la función pay-off (derechos de compra o venta de la opción) dependiente del camino recorrido el precio de la acción desde el momento en el que se compran los derechos de venta o compra de la acción hasta el momento de expiración de ésta ($\theta F(T) = F(S(t'))$, con $F(S(t'))$ un funcional dado en el tiempo para el precio $S(t'), t \leq t' \leq T$), en este caso, en (2.10) al ser $F[e^{x(t')}]$ dependiente del camino, no puede salir de la integral a diferencia del caso anterior.

Representando F como combinación de partes dependientes del camino -y de partes sólo del momento de vencimiento, Linetsky (2009) formaliza el problema en base a la ecuación de Schödinger con un potencial externo y se consigue expresar la función precio como integral de camino en función de la transformada de Laplace de la función de Green de un movimiento browniano con un potencial externo.

En estos problemas, el formalismo puede ser interesante, ya que extraer información de caminos más probables puede dar información sobre el precio de la opción. Sin embargo, complica su tratamiento, tanto analítico como a nivel de aproximación numérica.

Como ejemplo, Zhang (2010) obtiene mediante este formalismo, para las opciones asiáticas (basan su precio en el precio medio del subyacente), que el precio es descrito según:

$$\theta(\tau, x) = \frac{e^{-R\cdot\tau}}{2\pi i} \cdot e^{-v\frac{x}{2} - v^2\frac{\tau}{8}} \cdot \int_0^\infty d\epsilon \cdot \varphi(\frac{\epsilon}{\tau}) \cdot \int_{\epsilon - i\infty}^{\epsilon + i\infty} dq \cdot e^{q\epsilon} X \int_{-\infty}^{\infty} dx' \cdot e^{v\frac{x'}{2}} \cdot \int_{x(0)=x'}^{x(\tau)=x} Dx \cdot e^{-\int_0^\tau (\frac{1}{\tau}\acute{x}^2 + qe^x) d\tau'} \tag{7.21}$$

Identificando como acción "efectiva":

$$A_{eff}[x] = \int_0^\tau (\frac{1}{2}\acute{x}^2 + q \cdot e^x) d\tau'$$

El modelo de BS, para opciones independientes del camino, aunque más alejado del caso real, es más tratable y puede aportar una solución aproximada al problema real.

## 7.4. Resultados

### 7.4.1. Aproximación numérica al modelo de Black-Scholes con integrales de camino

Se ha visto el modelo de BS de valoración de opciones para un subyacente de valor S en un instante t, dado por (2.12). Aplicándose a un caso concreto, y mediante caminos aleatorios, se ve si es probable el beneficio. Sea 41,91€el precio de las acciones 6 meses antes del vencimiento de una opción, siendo el precio de ejercicio de la opción de 40€, la tasa de interés libre de riesgo del 10 % y la volatilidad anual del 19,80 %, es decir:

$$S_0 = 41,91; K = 40; r = 0,1; \sigma = 0,198; T = 6/12 = 0,5.$$

Sustituyendo:

$$d_1 = \frac{ln(\frac{41{,}91}{40}) + (0{,}1 + \frac{0{,}198^2}{2}) \cdot 0{,}5}{0{,}198\sqrt{0{,}5}} = 0{,}76$$

$$d_2 = \frac{ln(\frac{41{,}91}{40}) + [(0{,}1 - \frac{0{,}198^2}{2}) \cdot 0{,}5]}{0{,}198\sqrt{0{,}5}} = 0{,}76$$

Luego:

$$\theta_F(S,t) = S \cdot N(d_2) - e^{-r\cdot\tau} \cdot K \cdot N(d_1) = N(0{,}76) \cdot (41{,}91) - e^{-0{,}10\cdot(0{,}50)} \cdot 40 \cdot N(0{,}62) = 4{,}67$$

Para que el comprador de la opción tipo call empiece a tener beneficio, las acciones tienen que subir más de $\theta_F + K - S_t = 4,67 + 40 - 41,91 = 2,76$ €.

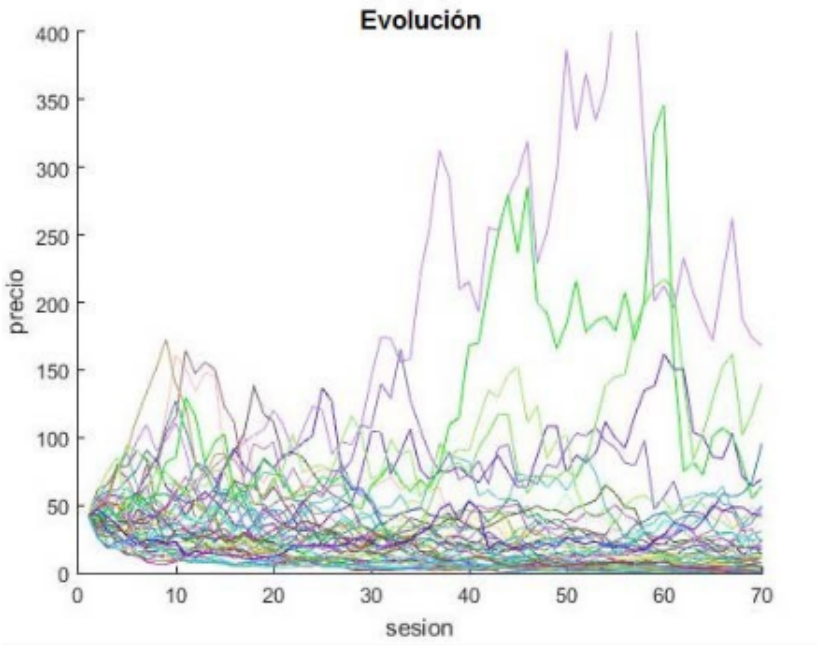


Figura 7.6: Caminos aleatorios del precio de la acción mediante Monte Carlo Siendo sólo un 5 % de caminos los que acaban por encima de 44,67 €, luego no sería buena idea comprar la acción.

El vendedor tiene la acción a 41,91 €, el comprador ahora le paga 4,67 €por el derecho a que, en 6 meses, se la pueda comprar a 40 €. Si en ese momento vale 2,67€más (41,91+2,76=44,67€), el comprador se queda como estaba. Si la acción ha subido más de 2,76 €cubre costes y, vendiendo la acción tras comprarla, se obtendría beneficio.

Suponiendo la evolución que se ha expuesto de las acciones, se realizan simulaciones de tipo browniano, con cada paso dado por el término aleatorio y un término de deriva; suponemos positiva en este caso (si el inversor entra, debe creer una evolución positiva), es decir $S = S0(1 + \cdot\sigma + \mu)$ con $\sigma$ la volatilidad y un término aleatorio de una distribución normal centrada en 0, con $\epsilon[-1, 1]$ (equiprobables ambas direcciones). Vimos cuántos caminos terminan por encima de 44.67 €. Se realizó un programa con Matlab para simular trayectorias aleatorias (véase figura 7.6):

### 7.4.2. Estudio de trayectorias más probables

Se ha visto que la descripción de la trayectoria de una partícula cuántica y de la evolución del precio de una opción tienen descripciones similares bajo el formalismo de las integrales de camino. El formalismo permite analizar posibles trayectorias, donde el peso de los caminos lo da la exponencial de Boltzmann. Con el algoritmo de Metropolis (comentado en Anexo I) para el método de Monte Carlo, se establece un método de aceptación/negación de caminos más probables y se obtiene el camino más probable que llevará nuestro sistema, es decir, aquél de más peso en la integral de camino, planteando una posible evolución de precios de opción (valoración).

Se crean caminos aleatorios para ver el más probable. De este modo, se obtiene una idea del camino más probable que seguiría una partícula en situaciones conocidas como el oscilador armónico, y el camino más probable (precio en lugar de posición) que seguiría el valor de la opción. Además se plantea una hipótesis, basada en la temperatura que hay en la exponencial de Boltzmann. En el caso de partículas cuánticas, esa temperatura será clave en la configuración del sistema, teniendo la partícula a mayor temperatura mayores estados vibracionales. Además, se puede asociar, como hipótesis, esa temperatura a las circunstancias e información que rodean al mercado. Con una temperatura alta, el algoritmo es más selectivo en caminos con probabilidades altas (es decir, únicamente son unos pocos caminos son los más probables en lugar de un grupo amplio), lo que se podría asemejar a un mercado muy vinculado a esas informaciones (caída de un banco, subidas de tipos de interés...). Una temperatura baja lleva a un grupo amplio de caminos con probabilidades altas, y se asemeja a un mercado poco vinculado a esa información donde no hay acontecimientos externos importantes influyendo en la evolución.

Primero se simula una opción con unas características de volatilidad de $\sigma = 0,30$ (variación anual del 30 %) y una tasa de interés libre de riesgo del 5 %, es decir r=1.05, a una temperatura en el algoritmo de T=2000 K.

Para comprobar que el procedimiento es correcto, se realiza la simulación para el oscilador armónico (su trayectoria es conocida e indica que la simulación se realiza bien). Para un oscilador armónico en su estado fundamental, la trayectoria esperada es de tipo gaussiano, con su función de onda (véase figura 7.7)

$$\varphi(x) = \left(\frac{m\omega}{\pi\hbar}\right)^1 /4 \cdot e^{\frac{1m\omega}{\hbar}x^2}$$

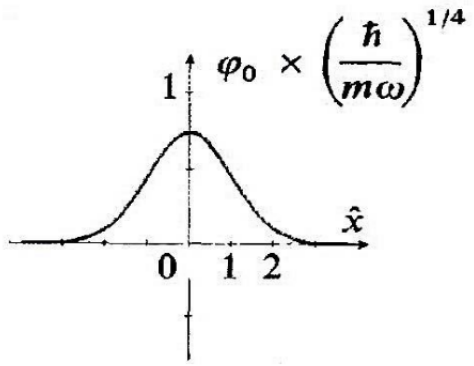


Figura 7.7: Trayectoria esperada de una partícula en el estado fundamental del oscilador armónico.

Así, como se desprende de la figura 7.8, se obtiene en la simulación la trayectoria esperada para el oscilador armónico cuántico (empleamos T=2000K, temperatura donde para el caso del oscilador se observaba bien la trayectoria esperada).

Una vez se comprueba que la simulación es correcta, se realiza la simulación (véase la figura 7.9) para la opción con las características comentadas.

Entonces se simula para el caso del oscilador armónico (a modo orientativo, para comprobar que la simulación se realice correctamente para el caso de la opción); y para el de la opción con temperaturas de T=3000 K y T=5000 K (figura 7.10), con la finalidad de observar cómo varía la trayectoria esperada de la opción bajo la hipótesis de asociar una temperatura al mercado relacionada con la cantidad de información influyente en él.

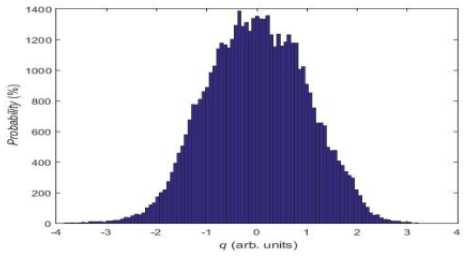


Figura 7.8: Trayectoria esperada oscilador armónico cuántico T=2000 K.

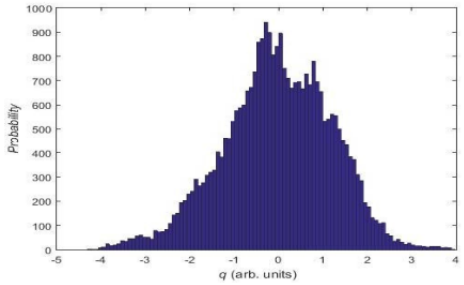


Figura 7.9: Trayectoria esperada opción financiera T=2000 K.

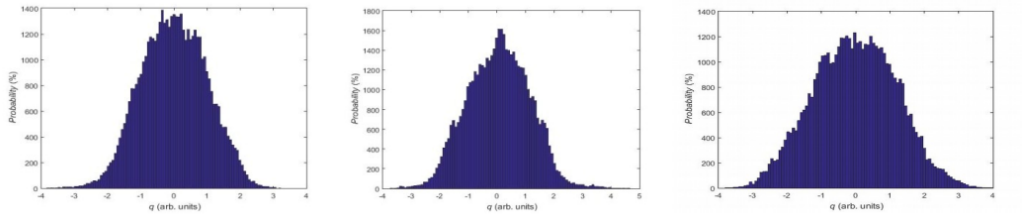


Figura 7.10: Trayectorias esperadas oscilador armónico cuántico en T=2000 K, T=3000 K y T=5000 K.

Se observa una deslocalización de los puntos en torno al centro, siendo más ancha la desviación estándar, por lo que se puede considerar que el método es correcto y realizar la simulación para el objeto de estudio.

Para el caso de la opciónfinanciera, conforme se muestra en las figuras 7.11, se observa una mayor anchura y un desplazamiento hacia valores más positivos, lo que indica que para esta opción, más información influyente en el mercado implica una subida del precio de compra de la opción. Por lo tanto, el método de Monte Carlo para la creación de distintas trayectorias del precio de la opción, junto al algoritmo de Metropolis que permite discernir caminos más probables para un hamiltoniano tipo BS, puede dar una idea de cómo puede comportarse el precio de una opción si en fechas próximas esperamos más información en el mercado (anuncios de datos económicos, tipos de interés u OPAs).

Para reforzar la hipótesis, se muestra el histograma de la evolución diaria de opciones de dos índices distintos con una expectativa diferente –el SP500 (véase figura 7.12) y el CAC40 (véase figura 7.13)– con fecha de vencimiento de 19 de enero de 2018. Para ambas opciones, se obtienen datos del precio de dichas opciones –a través de la plataforma Eikon– desde el 15 de octubre de 2017 al 15 de enero de 2018, registrando el cambio del mismo diariamente

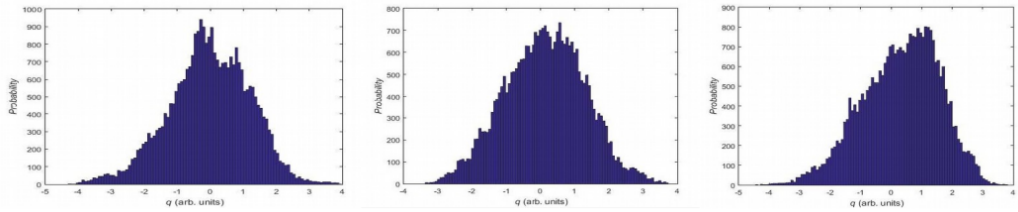


Figura 7.11: Trayectorias esperadas opción financiera T=2000 K, T=3000 K y T=5000 K.

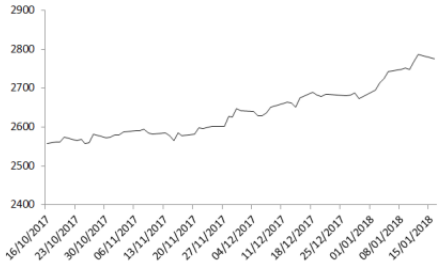


Figura 7.12: Evolución SP500

y dibujándose su histograma (véanse figuras 7.14 y 7.15).

En esta época, el mercado americano vino dado por una época alcista en el que se esperaba la subida de los tipos de interés anunciada por la Reserva Federal Estadounidense (Fed), por lo que se podría considerar una temperatura de mercado baja, ya que no se espera que las circunstancias del mercado afecten mucho la tendencia esperada del mercado. Por otro lado, el CAC40 en esa época venía determinado por la incertidumbre sobre la política económica del Banco Central Europeo (BCE), que finalmente no subió los tipos de interés (pese a lo esperado), lo que podría considerarse como una temperatura

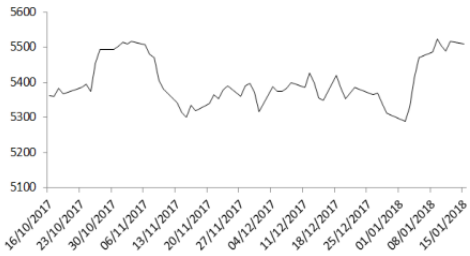


Figura 7.13: Evolución CAC40

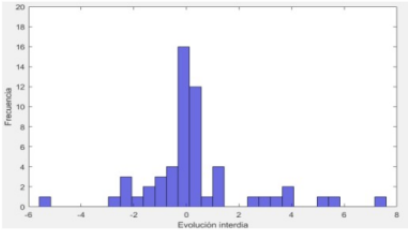


Figura 7.14: Evolución interdía opción SP500. Interdía opción CAC40. Vencimiento 19 enero y Strike 5.500.

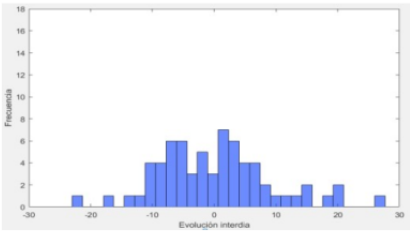


Figura 7.15: Evolución interdía opción CAC40. Vencimiento 19 enero y Strike 2750.

de mercado más alta, al afectar más las noticias del mismo en la evolución del precio de la opción. Esto se observa en los histogramas de las opciones, con el de la opción del SP500 más concentrado en una evolución concreta, como se refleja en la figura 7.11, mientras que el de la opción del CAC40 es más ancho y desplazado, como aparece en la figura 7.11.

En esta época, el mercado americano vino dado por una época alcista en el que se esperaba la subida de los tipos de interés anunciada por la Reserva Federal Estadounidense (Fed), por lo que se podría considerar una temperatura de mercado baja, ya que no se espera que las circunstancias del mercado afecten mucho la tendencia esperada del mercado. Por otro lado, el CAC40 en esa época venía determinado por la incertidumbre sobre la política económica del Banco Central Europeo (BCE), que finalmente no subió los tipos de interés (pese a lo esperado), lo que podría considerarse como una temperatura de mercado más alta, al afectar más las noticias del mismo en la evolución del precio de la opción. Esto se observa en los histogramas de las opciones, con el de la opción del SP500 más concentrado en una evolución concreta, como se refleja en la figura 7.11, mientras que el de la opción del CAC40 es más ancho y desplazado, como aparece en la figura 7.11.

## 7.5. Conclusiones

En este capítulo se ha visto que la interpretación de Feynman tiene cabida en el problema de valoración de opciones, tanto el uso de Hamiltonianos que describirían el sistema, como el uso de acciones efectivas que juegan un papel similar a la acción de un sistema cuántico para un potencial. Esta interpretación también tiene una implementación numérica principalmente a través del método de Monte Carlo. Fue de hecho esta implementación la que permitió plantear la hipótesis de que la temperatura de un sistema cuántico se puede asemejar a la cantidad de información influyente en el mercado en un momento concreto. En función de la temperatura de mercado (cantidad de información que va a influir en el próximo período en el mercado) que esperase el inversor en el período cercano, podría obtener una trayectoria algo más probable sobre la evolución del precio de la opción que en ese momento esté interesado comprar, pudiendo estudiar cuándo le convendría más comprarla. Se trata de una información probabilística, es decir, no una certeza. En cuanto a establecer semejanzas entre el problema físico y el problemafinanciero, vimos que posición y precio del activo juegan un rol similar, donde se emplearon acciones efectivas, comoen el caso de la partícula.

Además, se observa la relación entre los problemas de difusión y el problema económico, con ecuaciones de Schrödinger de evolución temporal y principios básicos jugando el mismo papel, como el de mínima energía y el principio de no arbitraje. Por lo tanto, sí hay cierta semejanza a la hora de modelar el problema. Destacar también que el objetivo del trabajo no era predictivo, sino de establecer semejanzas entre modelos físicos y problemasfinancieros.

El estudio está sujeto a mejoras para acercar el modelo de mercado a la realidad, con un incremento en la dificultad del problema. Primero, la deriva aleatoria del precio de las acciones puede ser de tipo normal, como en este caso, pero también con distribuciones tipo T-Student, Tsallis... (Kleinert, 2009). También se podría realizar el estudio histórico de BS con valores bursátiles y con volatilidades actualizadas. Además, el estudio del papel de una supuesta temperatura que describa el estado del mercado puede ser interesante, desconociendo por mi parte si en estudios de termodinámica del no equilibrio se establece alguna conclusión en este sentido.

## 7.6. Referencias

Baaquie, Belal E.,(2004). PathIntegrals and HamiltoniansforOptions and InterestRates, CambrigdeUniversityPress. 7-116.

Dash, J.W., (1989). PathIntegrals and Options, Centre de PhysiqueTheorique Marseille.

D.R. Bonnet, F., (2008). Optionpricingusingpathintegrals, ThesisUniversity of Adelaide.

Feynman, R.P. (1948) Space-Time Approachto Non-Relativistic Quantum Mechanics. Rev. Mod. Phys. 3. 367-387.

Kac, M. (1949) OnDistributions of certain Wiener functionals. Transactions of the American MathematicalSociety. 65, 1-13.

Kleinert, H. (2009) PathIntegrals in Quantum Mechanics, Statistics, Polymer Physics, and FinancialMarkets.WorldScientific Publishing Company. 5. 94-218 y 1507-1610.

Linetsky, V. (1998). ThePath Integral ApproachtoFinancialModeling and OptionPricing.Comput. Econ. 11. 129-163.

Richardson, M. (2009). NumericalMethodsforOptionPricing.University of Oxford.14. 2-8.

Zhang,P, Path Integral and AsianOptions, 2010. arXiv:1008.4841 [q-fin-PR].

# Anexos

## Anexo I. Algoritmo de Metrópolis

Se construye una cadena de Markov definiendo probabilidades de transición:
-Si $Q(\theta^* \mid \theta)$ es una distribución de transición arbitraria y definimos

$$\alpha(\theta^*, \theta) = \text{mín}(\frac{P(\theta^* \mid Xx) \cdot Q(\theta \mid \theta^*)}{P(\theta \mid X) \cdot P(\theta^* \mid \theta)}, 1)$$

dado un valor inicial $\theta^0$, la iteración i-esima viene dada:

- generando una observación $\theta^* de Q(\theta^*)$
- generando una variable u $\approx$ U(0, 1)
- si $u \leq \alpha(\theta^*, \theta^t)$, entonces $\theta^{t+1} = \theta^*$ si no $\theta^{t+1} = \theta^t$

Así será generada una cadena de Markov con una distribución de transición

$$P(\theta^{t+1} \mid \theta^t) = \alpha(\theta^{t+1} \mid \theta^t) \cdot Q(\theta^{t+1} \mid \theta^t)$$

Como la probabilidad de aceptación $\alpha(\theta^*, \theta)$ sólo depende de $p(\theta^* \mid x)$ por un cociente, no hace falta una normalización. Además, eligiendo una distribución de transición simétrica $Q(\theta^* \mid \theta) = Q(\theta \mid \theta^*)$, la probabilidad de aceptación/rechazo queda

$$\alpha(\theta^*, \theta) = \text{mín}(\frac{P(\theta^* \mid X)}{P(\theta \mid X)}, 1)$$

En el caso de Metropolis, el factor de Boltzman se usa para la aceptación/rechazo.

# Capítulo 8

# Análisis de la efectividad de la política monetaria no convencional del BCE

# Análisis de la efectividad de la política monetaria no convencional del BCE

José Ángel Zabala García
joseangel.zabala@um.es

María Asunción Prats Albentosa
mprats@um.es

Departamento de Economía Aplicada
Facultad de Economía y Empresa
Universidad de Murcia

**Resumen:** Desde el comienzo de la crisis financiera en el verano de 2007, el Banco Central Europeo se ha visto obligado a reorientar su tradicional política monetaria, basada en los tipos de interés, hacia una centrada en la expansión cuantitativa de su balance. Con este punto de partida, el trabajo lleva a cabo un estudio acerca de la efectividad de los nuevos instrumentos de política monetaria no convencional en las principales variables de decisión económica: inflación y crecimiento del PIB. Para ello, se apoya en la estimación de un modelo de vectores autorregresivos (VAR). De esta forma, sus principales conclusiones apuntan a una cierta influencia de las nuevas medidas de política monetaria en el desarrollo de la inflación, a la vez que se ha producido una ruptura parcial del mecanismo de transmisión monetaria, que dificulta la transmisión de los impulsos monetarios a la actividad económica.

**Palabras clave:** BCE, Eurozona, Expansión cuantitativa, Política monetaria no convencional, VAR.

## 8.1. Introducción

La crisis económica y financiera vivida durante los últimos años de nuestra historia reciente ha trasformado por completo la forma de actuar de los bancos centrales occidentales, y, como no podía ser de otra forma, también del Banco Central Europeo (BCE). Desde que en el verano de 2007 los mercados mayoristas de dinero de la Zona del Euro comenzaran a mostrar sus primeras señales de debilidad, el BCE se ha visto obligado a llevar a cabo una política proactiva de intervención e intermediación en todas las esferas de la vida monetaria. Lo que comenzó siendo una crisis de liquidez, posteriormente se transformó en una crisis de solvencia bancaria –al tiempo que se venía desarrollando una crisis de deuda soberana y una profunda recesión económica–, y terminaría poniendo sobre la mesa los problemas latentes de demanda agregada tras los que se escondía un grave riesgo de deflación para la Eurozona. Bajo este panorama, la acción del BCE se ha ido transformando y orientando a las necesidades que la situación requería. Por un lado, el que por entonces era el elemento clave de la política monetaria europea, el tipo de interés oficial del Eurosistema, perdió toda su capacidad para influir en la toma de decisiones de los agentes económicos, en tanto que se aproximó a su límite natural del cero por cien. Por otro lado, la institución monetaria tuvo que pasar de aplicar políticas cuasi convencionales de inyección masiva de liquidez y apoyo reforzado al crédito, a tomar las riendas para forjar una auténtica unión bancaria, y finalizar con la puesta en marcha de un verdadero Quantitative Easing (QE), lo que simbolizaba, por tanto, el establecimiento de la política monetaria no convencional en Europa.

Estas nuevas medidas de expansión cuantitativa tenían un objetivo marcado: conseguir la reactivación del crédito a hogares y empresas, de forma que la liquidez que el BCE inyectaba en el sistema se convirtiese en gasto e inversión y consiguiese así recuperar la senda de crecimiento estable de los precios –tal como establece el mandato del BCE–. Dentro de todas ellas, se debe reseñar el Programa Ampliado de Compra de Activos (APP, por sus siglas en inglés) (Banco Central Europeo [BCE], 2015), subdividido, a su vez, en cuatro subprogramas según el tipo de activo que se adquiría: bonos garantizados, bonos de titulización de activos, deuda pública y bonos corporativos, con un volumen de inversión mensual de 60 mil millones de euros vigente hasta diciembre de 2017. Al margen de los aspectos cualitativos de estas medidas, todas ellas tuvieron una consecuencia directa trascendental: la expansión del balance del BCE.

Y es aquí, precisamente en esta expansión cuantitativa de balance, donde se encuentra el germen de nuestro estudio. Partiendo del tamaño del balance del

BCE como proxy de la intensidad de las medidas de política no convencional en la Eurozona, el objetivo de este trabajo se centra en estudiar la efectividad y el impacto de dichas acciones de política monetaria sobre el crecimiento económico y la inflación. Para ello, se tomará como base el trabajo de Kimura, Kobayashi, Muranga y Ugai (2003), quienes, partiendo de una situación similar a la actual en la Eurozona, estudiaron la experiencia nipona de QE durante los primeros años del siglo XXI.

Aplicado al caso de la Zona del Euro, existe una creciente literatura empírica que pretende ahondar en las relaciones entre el crecimiento del balance del BCE y el resto de variables de influencia económica y financiera [véanse, por ejemplo, los trabajos de Peersman (2011), Gambacorta, Hofmann y Peersman (2014) y Boeckx, Dossche y Peersman (2017)]. De este modo, se pretende reforzar y apoyar las investigaciones desarrolladas sobre la conveniencia de las medidas de política monetaria no convencionales, con un análisis que permite un enfoque prácticamente completo de todas ellas.

Para llevar a cabo este análisis, este capítulo se compone de cuatro grandes apartados. A través del apartado 2 se lleva a cabo una revisión de la literatura empírica por algunos trabajos que, al igual que éste, han tratado de establecer los lazos de unión entre el crecimiento económico, la inflación y las políticas monetarias no convencionales. Seguidamente, el apartado 3 se centra en el desarrollo de la metodología empleada en el estudio, siguiendo las pautas establecidas por Kimura et al. (2003) en su investigación, así como los datos empleados para la misma. Por su parte, en el apartado 4 se presentan los resultados, a la vez que serán discutidos y contrastados con trabajos análogos. Finalmente, el apartado 5 sirve de resumen para las principales conclusiones.

## 8.2. Revisión Empírica

La experiencia japonesa de la primera mitad del pasado decenio supuso la puesta en práctica de las primeras políticas monetarias no convencionales basadas en la inyección masiva de liquidez a los mercados mediante la compra de activos financieros. Ello dio pie a una creciente literatura empírica sobre el impacto y efectividad de las mismas en la economía real. En este sentido, trabajos como el realizado por Kimura y Small (2006) mostraron que la expansión del balance del Banco de Japón (BoJ) permitió reducir los tipos de interés de los bonos corporativos de grado inversión y que el yen se depreciase, a la vez que el impacto sobre los mercados de acciones y los bonos corporativos de baja calidad crediticia fuese en sentido opuesto.

Asimismo, Ueda (2012) estudió la actuación del BoJ desde 1999 a 2011, lo que incluía el período de tipos cero como el QE, y terminó concluyendo que la compra masiva de activos financieros fue efectiva a la hora de reducir los tipos de interés de largo plazo y aumentar los precios de las acciones, mientras que los resultados sobre el tipo de cambio no fueron del todo concluyentes. Sin embargo, investigaciones como la desarrollada por Borio y Disyatat (2010) llegan a la conclusión de que, tras analizar y evaluar el mecanismo de transmisión en varias economías avanzadas, las únicas medidas que han conseguido tener un cierto impacto han sido las correspondientes al *credit easing*, es decir, las relacionadas con las inyecciones masivas de liquidez al sistema bancario mediante sistemas cuasi-convencionales, mientras que las relacionadas con la expansión de la base monetaria apenas han generado ningún efecto, ya que no han conseguido aumentar el crédito concedido por el sector bancario.

En el caso de la Eurozona, pese al retraso en la adopción de medidas no convencionales por parte del BCE, también existe una variedad de trabajos que pretenden estudiar el impacto de dichas medidas en los tipos de interés, la inflación y la actividad económica. Así, Peersman (2011) parte de un modelo VAR estructural para establecer las diferencias en el mecanismo de transmisión de la política, según los shocks sean de tipos de interés –política monetaria convencional– o a través del crecimiento del balance del BCE –política monetaria no convencional–. Así, llega a concluir que los efectos sobre la actividad y los precios se producen de una forma más tardía y que los diferenciales de tipos de interés cobrados por los bancos, así como el multiplicador del crédito, se reducen significativamente cuando el shock se produce por la expansión del balance del Eurosistema.

Otro trabajo, también destacable, es el realizado por Gambacorta et al. (2014), quienes, a través de un modelo VAR de panel, estudian el impacto de las medidas de expansión del balance de los bancos centrales bajo una situación de tipos cercanos al cero, para ocho regiones monetarias, entre las que se encuentra la Eurozona, y durante el período comprendido entre 2008 y mediados de 2011. Sus principales conclusiones fueron que un shock positivo sobre el tamaño del balance del BCE permite aumentar de forma significativa, aunque temporal, la producción y los precios al consumo. Sin embargo, a pesar de que cualitativamente los efectos sobre el output son similares a cuando se produce un shock de tipos de interés, en el caso del nivel de precios, éstos son más suaves y menos persistentes. Conclusiones similares han sido también obtenidas por Boeckx et al. (2017).

Por todo ello, y como bien reflejan todas estas aportaciones, pese a que

los tipos de interés se encuentren en su límite natural del cero por cien, los mecanismos de transmisión de la política monetaria no dejan de ser efectivos. Ello es bastante significativo, pues el hecho de que las medidas de expansión cuantitativa generen un impacto notable sobre las principales variables de decisión económica aleja cualquier posibilidad de que la economía europea quede atrapada bajo una trampa de liquidez (Krugman, Dominguez y Rogoff, 1998; Krugman, 2000).

En este sentido, Ito (2014) afirma que, a pesar de que el canal directo de los tipos de interés pierde su efectividad, el resto de mecanismos de transmisión siguen vigentes, y cobran más importancia bajo el QE, aunque los instrumentos y su predicción teórica sean diferentes. Al mismo tiempo, hace un repaso de los que considera los cuatro principales canales en tiempos de políticas de compra masiva de activos. El primero de estos canales consiste en la reducción de los tipos de interés a largo plazo, el cual se consigue, bien directamente a través de la compra de bonos a largo plazo, o bien de forma indirecta, mediante el establecimiento de un efectivo *forward guidance* que comprometa al BCE a mantener los tipos de interés en niveles bajos durante un buen período de tiempo. El segundo canal es el que surge por la depreciación de la moneda local producida tras el rebalanceo de la cartera de los residentes al comprar activos extranjeros. Por su parte, el tercer canal, y más importante, es el que se produce por un cambio en los precios relativos de los activos. Con unos bajos tipos de interés y una presión de demanda de títulos ejercida por el BCE en su programa de compra, los precios de los activos financieros ascenderán, de modo que, a través del efecto riqueza, se producirá un aumento del consumo y la inversión. El cuarto canal es el referido a las expectativas.

## 8.3. Metodología y datos

Como bien se ha señalado en la introducción, este trabajo busca analizar cuán efectivas son realmente las políticas monetarias no convencionales aplicadas por el BCE, concretamente las llevadas a cabo mediante una expansión del balance de la entidad. Hablar de efectividad es preguntarse hasta qué punto cualquier shock positivo en el crecimiento del total de activos del Eurosistema tiene capacidad para impactar de forma positiva en los precios y en la actividad económica.

En este sentido, la hipótesis de esta investigación parte de la idea de que la inyección de dinero a gran escala por parte del BCE en la economía de la Eu-

rozona a través de la compra masiva de activos financieros, genera un efecto positivo sobre la evolución de la inflación y el crecimiento económico. Y, por tanto, los canales de transmisión de la política monetaria siguen cumpliendo su función de transferir los impulsos monetarios a la economía real, aun en un contexto de tipos de interés cero.

Para llevar a cabo el citado análisis se ha seguido la metodología desarrollada por Kimura et al. (2003), quienes, de forma análoga, intentaron cuantificar el efecto del QE adoptado por el BoJ en marzo de 2001. De este modo, se ha procedido a estimar un modelo de vectores autorregresivos (VAR), cuyas variables que lo definen son, a priori, el Índice Armonizado de Precios al Consumo (IAPC), el PIB real en índice de volumen encadenado –ambos referidos a la Zona del Euro–, el EONIA y el volumen de activos totales del Eurosistema. Así, como podemos apreciar, éstas pueden ser divididas en dos grandes grupos. De un lado, las referidas a los impulsos de la política monetaria. De otro lado, las variables de decisión económica, y sobre las cuales pretendemos medir el impacto de las anteriores.

En primer lugar, el total de activos del Eurosistema y el EONIA representan las dos vías de influencia de la política monetaria. La primera de ellas evidencia la acción de las medidas no convencionales de la política, y, por tanto, será la que ocupe un mayor tiempo de nuestro análisis. Por su parte, el EONIA viene a reflejar la cara más convencional de la política monetaria. Se ha decidido el empleo de esta variable en lugar del tipo oficial del Eurosistema puesto que revela de lleno la situación del mercado monetario europeo, mientras que el tipo oficial queda anclado en el cero.

Las otras dos grandes variables de este modelo son el Índice Armonizado de Precios al Consumo (IAPC) y el PIB real en índice de volumen encadenado, referidos ambos a la Eurozona. A través de su estudio, y con ayuda del modelo, se determinará si efectivamente los estímulos expansivos de política monetaria han sido correctamente transmitidos a la economía real.

Los datos han sido obtenidos de Eurostat y el centro de datos estadísticos del BCE, para un período que comprende desde el comienzo de la tercera fase de la Unión Económica y Monetaria (UEM) hasta la fecha de realización de este estudio, es decir, desde 1999 hasta el primer trimestre de 2017. La frecuencia de los mismos es trimestral. Las Figuras 8.1 a 8.4 presentan la evolución de las variables de referencia en el periodo de análisis.

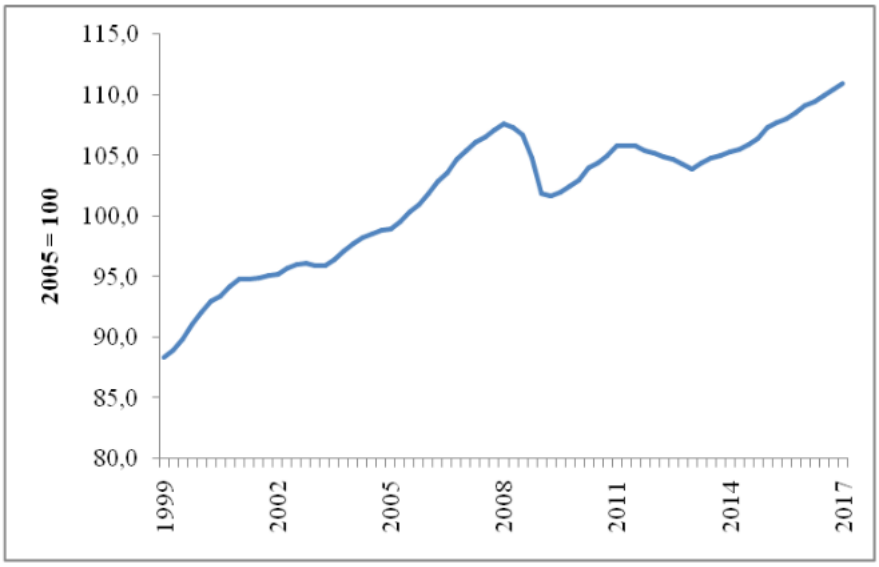


Figura 8.1: Evolución del PIB de la Eurozona en índice de volumen encadenado (1999T1-2017T1). Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de Eurostat.

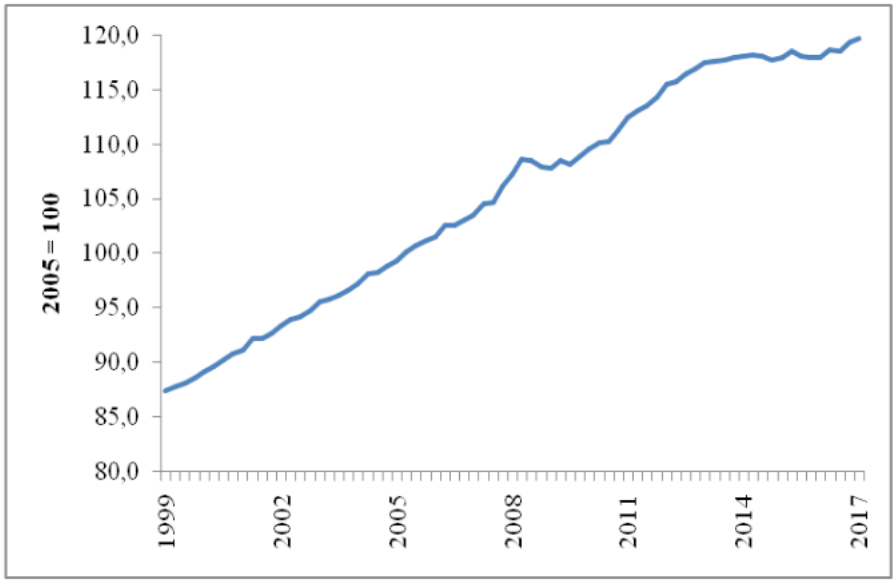


Figura 8.2: Evolución del IAPC Eurozona (1999T1-2017T1). Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de Eurostat.

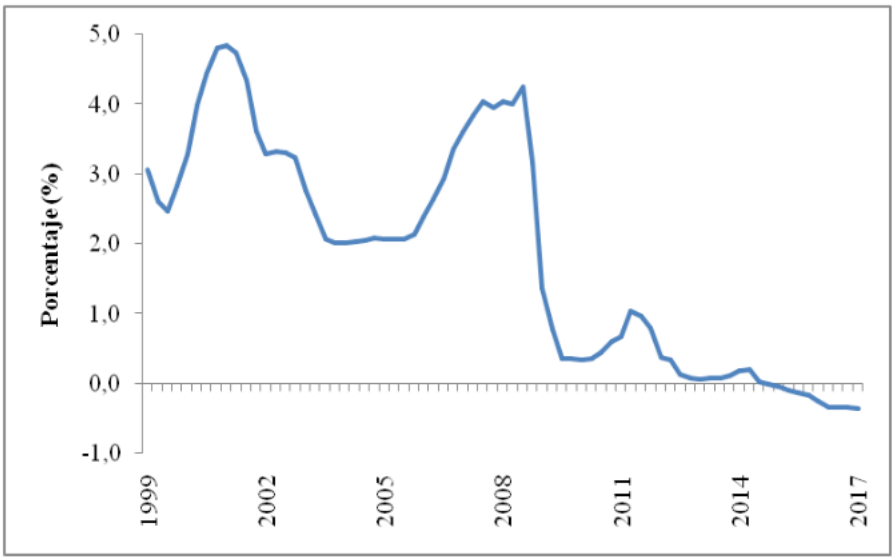


Figura 8.3: Evolución del EONIA (1999T1-2017T1). Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de BCE.

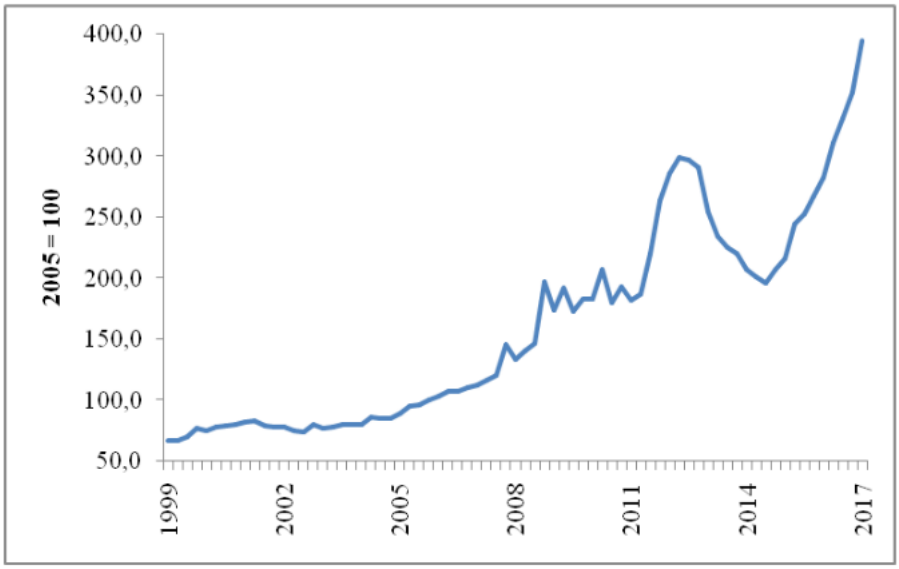


Figura 8.4: Evolución del Total Activos Eurosistema (1999T1-2017T1). Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de BCE.

Por tanto, aplicado a los datos de que disponemos, el modelo VAR, compuesto de cuatro ecuaciones, quedaría definido en su forma reducida de la siguiente forma:

$$P_t = C_1 + \sum_{i=1}^{n} \alpha_{1i} P_{t-i} + \sum_{i=1}^{n} \beta_{1i} Y_{t-i} + \sum_{i=1}^{n} \lambda_{1i} R_{t-i} + \sum_{i=1}^{n} \gamma_{1i} M_{t-i} + u_{1t} \tag{1}$$

$$Y_t = C_2 + \sum_{i=1}^{n} \alpha_{2i} P_{t-i} + \sum_{i=1}^{n} \beta_{2i} Y_{t-i} + \sum_{i=1}^{n} \lambda_{2i} R_{t-i} + \sum_{i=1}^{n} \gamma_{2i} M_{t-i} + u_{2t} \tag{2}$$

$$R_t = C_3 + \sum_{i=1}^{n} \alpha_{3i} P_{t-i} + \sum_{i=1}^{n} \beta_{3i} Y_{t-i} + \sum_{i=1}^{n} \lambda_{3i} R_{t-i} + \sum_{i=1}^{n} \gamma_{3i} M_{t-i} + u_{3t} \tag{3}$$

$$M_t = C_4 + \sum_{i=1}^{n} \alpha_{4i} P_{t-i} + \sum_{i=1}^{n} \beta_{4i} Y_{t-i} + \sum_{i=1}^{n} \lambda_{4i} R_{t-i} + \sum_{i=1}^{n} \gamma_{4i} M_{t-i} + u_{4t} \tag{4}$$

Donde P es el logaritmo del IAPC con base en 2005=100; Y es el logaritmo del Índice de Volumen Encadenado del PIB con base 2005=100; R es el EONIA; m es el logaritmo del índice con base 2005=100 del total de activos del balance del Eurosistema; y n hace referencia al número de retardos necesarios para que estimar el modelo de forma consistente. Se han aplicado logaritmos a estas variables debido a la tendencia exponencial observada en su crecimiento, con lo que se consigue suavizar su comportamiento y reducir su volatilidad.

El hecho de trabajar con modelos VAR facilita extraer las relaciones dinámicas que presentan las series temporales, de modo que permite estudiar las interacciones de acción-reacción entre las variables del mismo. Los principales instrumentos que proporcionan los modelos VAR para este cometido son las funciones de respuesta al impulso y el análisis de la causalidad de Granger.

Tabla 8.1: Contraste ADF. Resultados.

| $H_0$: I(1) vs $H_1$:I(0) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Variable | Log (IAPC) | Log (IVE PIB) | EONIA | Log (Total Activos) |
| Estadístico | 0,111 | -3,048 | -1,639 | -2,747 |
| P-valor | 0,997 | 0,127 | 0,457 | 0,222 |
| $H_0$: I(2) vs $H_1$:I(1) | | | | |
| Variable | Log (IAPC) | Log (IVE PIB) | EONIA | Log (Total Activos) |
| Estadístico | -7,126 | -3,599 | -4,059 | -4,055 |
| P-valor | 0,000 | 0,008 | 0,002 | 0,002 |

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de Eurostat y BCE.

Tabla 8.2: Contraste KPSS. Resultados.

| $H_0$: Variable estacionaria vs $H_1$: Variable no estacionaria | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Variable | Log (IAPC) | Log (IVE PIB) | EONIA | Log (Total Activos) |
| Estadístico KPSS | 0,226 | 0,205 | 0,077 | 0,099 |
| Valores críticos asintóticos | Nivel 1% | Nivel 5% | Nivel 10% | |
| | 0,216 | 0,146 | 0,119 | |

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de Eurostat y BCE.

## 8.4. Análisis empírico y discusión de resultados

### 8.4.1. Consideraciones previas

Antes de proceder a estimar el modelo, es necesario realizar una serie de consideraciones previas que garanticen que los resultados obtenidos son consistentes. En primer lugar, se comprueba el orden de integración de las variables empleadas. Para ello, se utilizarán dos contrastes, el denominado test de Dickey-Fuller Aumentado (Dickey y Fuller, 1979) [en adelante, test ADF], primero, y el test desarrollado por Kwiatkowski, Phillips, Schmidt y Shin (1992) [en adelante, test KPSS], después, con el que aportar robustez al anterior. De este modo, el test ADF comprueba bajo su hipótesis nula la posibilidad de que la variable sobre la que se aplica presente una raíz unitaria (Tabla 8.1), mientras que el test KPSS estudia bajo su hipótesis nula la estacionariedad de la misma (Tabla 8.2).

Ahora bien, los resultados de ambos contrastes no apuntan hacía una dirección común. Así, mientras que, en base al primer test, se concluye que las cuatro variables tomadas presentan raíz unitaria, al aplicar el test KPSS, se

Tabla 8.3: Contraste de raíz unitaria con cambio estructural. Resultados.

| $H_0$: I(1) vs $H_1$:I(0) - Con cambio estructural endógeno | | | |
|---|---|---|---|
| Variable | EONIA | Log (Total Activos) | |
| Fecha Ruptura Serie | 2008T3 | 2008T2 | |
| Estadístico (ADF) | -6,275 | -3,440 | |
| Valores críticos | Nivel 1% | Nivel 5% | Nivel 10% |
| | -5,348 | -4,860 | -4,607 |

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de Eurostat y BCE.

pone de manifiesto que el EONIA y tamaño del balance del Eurosistema son dos variables estacionarias. Ante esta divergencia, cabe preguntarse cuál es el motivo. Pues bien, ello puede deberse a que las variables estén sujetas a cambio estructural a lo largo del periodo, es decir, que hubiese ocurrido algún evento por el cual el comportamiento de las mismas se viese tan afectado que los contrastes realizados no distingan correctamente la raíz unitaria entre el comportamiento de la serie.

En este sentido, se trata de contrastar si, bajo la presencia de un cambio estructural, se continúa mostrando la raíz unitaria en las series anteriormente señaladas. Para ello, se va a aplicar un test de raíz unitaria con cambio estructural endógeno, de manera que el propio contraste permita demostrar la existencia de un cambio estructural y, en base a éste, determinar si la serie sigue manteniendo un comportamiento no estacionario. Se ha seguido para ello la doctrina comenzada por Banerje, Lumsdaine y Stock (1992), quienes, partiendo de los avances de Perron (1989) en el ámbito de los test de raíz unitaria con cambio estructural, incluyen la posible endogeneidad de la ruptura estructural de la serie en el contraste. Dicho test se aplica sobre las dos variables que han causado la divergencia de resultados en el anterior test, es decir, sobre EONIA y Log (Total Activos), cuyos resultados se muestran en la Tabla 8.3.

Dados dichos resultados, existe un cambio estructural en las series, que afecta especialmente a EONIA, de modo que la supuesta raíz unitaria que presentaba, no ha sido así, y su comportamiento tan dispar no se debe tanto a su no estacionariedad, sino más bien a la ruptura que se produce en la misma en el tercer trimestre de 2008. Por tanto, se deberá trabajar con el EONIA en nivel, al tratarse de una serie estacionaria, mientras que con el resto de variables, se hará en primeras diferencias para eliminar su raíz unitaria.[1].

[1] Al trabajar con las variables en primeras diferencias de sus logaritmos, es equivalente a

Asimismo, el test ha servido para poner de manifiesto la ruptura en el comportamiento de ambas series, lo cual es un indicio claro de presencia de cambio estructural en el modelo. Si tenemos en cuenta la fecha que se propone para el mismo (2008T3), no es para nada irracional pensar que sea la quiebra de Lehman Brothers, acaecida el 15 de septiembre de 2008, la que esté detrás de este hecho. El siguiente paso sería, por tanto, corroborar si, en el contexto del modelo VAR que se propone, efectivamente se ha producido un cambio estructural que afecte a las relaciones inter-variables modelizadas. Ello es algo que ya ha sido bien estudiado por trabajos como el de Drakos y Kouretas (2015), quienes determinan un cambio estructural en el tercer trimestre de 2008 para la política monetaria europea, concretamente, a través de un modelo Markov-Switching VAR sobre el tipo oficial del Eurosistema y el output-gap y la inflación de la eurozona. De ahí que sus resultados sean incorporados a nuestro caso particular, dada las similitudes que presenta.

Basándonos en las evidencias mostradas, se tendrá en consideración la existencia de cambio estructural, de modo que se dividirá el conjunto de datos en dos submuestras, estimando, por tanto, dos modelos: uno para el período precrisis, es decir, del primer trimestre de 1999 al segundo trimestre de 2008; y otro para el desarrollo desde la crisis hasta nuestros días, o sea, desde el tercer trimestre de 2008 hasta el primer trimestre de 2017. La distinción entre ambos modelos puede llegar a ser interesante en tanto que permitirá comparar el posible cambio en el comportamiento de las variables con motivo de la crisis, y, sobre todo, estudiar si ha habido algún tipo de cambio en la respuesta de las variables de la economía real ante los shocks de política monetaria.

Pues bien, conocido el orden de integración de las variables, es el momento de seleccionar el número de retardos que optimice las propiedades de nuestro modelo. Para ello, se emplean los criterios de selección bayesianos, los cuales se encuentran, a su vez, divididos en otros tres subcriterios: el criterio de Akaike (1971), denominado AIC; el de Schwarz (1978), BIC; y el de Hannan y Quinn (1979), HQ. A partir de sus resultados (Tabla 8.4), se ha optado por estimar los modelos con dos retardos, siguiendo las recomendaciones de los criterios de AIC y HQ.

Seguidamente, se analiza la cointegración de las variables que presentan raíz unitaria siguiendo la metodología desarrollada por Johansen (1991), con el fin de comprobar la posible existencia de una relación de largo plazo entre

hacerlo sobre sus tasas de crecimiento. De ahí que, indistintamente, hablemos de inflación, crecimiento de la actividad económica o expansión del balance del Eurosistema, en lugar de las variables originales.

Tabla 8.4: Criterios de selección de retardos. Resultados.

| Retardos ($p$) | 1999T1-2008T2 | | | 2008T3-2017T1 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | AIC | BIC | HQ | AIC | BIC | HQ |
| 0 | -17,737 | -17,556 | -17,676 | -14,855 | -14,678 | -14,794 |
| 1 | -21,553 | -20,646* | -21,248 | -18,974 | -18,085* | -18,667 |
| 2 | -21,940* | -20,308 | -21,391* | -19,325* | -17,725 | -18,772* |
| 3 | -21,833 | -19,475 | -21,040 | -19,218 | -16,907 | -18,420 |
| 4 | -21,583 | -18,499 | -20,545 | -19,114 | -16,092 | -18,071 |

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de Eurostat y BCE.

Tabla 8.5: Contraste de Johansen de cointegración. Resultados.

| 1999T1-2008T2 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $H_0$: Nº relaciones Cointegración | Estadístico Trace | Valor crítico (Nivel 5%) | P-valor | Estadístico Max-Eigen | Valor crítico (Nivel 5%) | P-valor |
| Ninguna | 22,809 | 29,797 | 0,256 | 10,452 | 21,131 | 0,701 |
| Máx. 1 | 12,357 | 15,495 | 0,141 | 9,275 | 14,265 | 0,264 |
| Máx. 2 | 3,082 | 3,841 | 0,079 | 3,841 | 3,841 | 0,079 |
| 2008T3-2017T1 | | | | | | |
| $H_0$: Nº relaciones Cointegración | Estadístico Trace | Valor crítico (Nivel 5%) | P-valor | Estadístico Max-Eigen | Valor crítico (Nivel 5%) | P-valor |
| Ninguna | 16,437 | 29,797 | 0,443 | 13,281 | 21,131 | 0,492 |
| Máx. 1 | 8,896 | 15,495 | 0,375 | 7,739 | 14,265 | 0,406 |
| Máx. 2 | 1,157 | 3,841 | 0,282 | 1,157 | 3,841 | 0,282 |

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de Eurostat y BCE.

las mismas que debamos tener en cuenta a la hora de estimar. Los resultados de este análisis se encuentran en la Tabla 8.5, y ponen de manifiesto que no existe ningún tipo de relación de cointegración entre las variables.

Por último, se corrobora que los modelos sean dinámicamente completos a través del contraste de Breusch-Godfrey, cuya hipótesis nula es la no presencia de correlación serial en el modelo. Los resultados (Tabla 8.6) garantizan que las perturbaciones de los modelos estimados son ruidos blancos.

### 8.4.2. Resultados

Los modelos VAR proporcionan dos herramientas básicas a la hora de realizar cualquier estudio: Causalidad de Granger y Funciones de Respuesta al

Tabla 8.6: Contraste de Breusch-Godfrey. Resultados.

| Retardo ($h$) | 1999T1-2008T2 | | 2008T3-2017T1 | |
|---|---|---|---|---|
| | Estadístico LM | P-valor | Estadístico LM | P-valor |
| 1 | 15,041 | 0,522 | 17,047 | 0,383 |
| 2 | 15,241 | 0,507 | 16,916 | 0,391 |
| 3 | 20,976 | 0,179 | 9,224 | 0,904 |
| 4 | 14,559 | 0,557 | 18,797 | 0,279 |
| 5 | 19,584 | 0,240 | 14,826 | 0,537 |
| 6 | 11,405 | 0,784 | 10,929 | 0,814 |

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de Eurostat y BCE.

Impulso.

### Causalidad de Granger

Una variable causa a otra en sentido de Granger cuando los retardos de la primera ayudan a predecir el comportamiento de la segunda. Por tanto, este tipo de análisis busca evidencias sobre la capacidad predictiva de una variable sobre otra, y no debe entenderse en el sentido estrictamente económico de causa-efecto.

Haciendo uso de esta herramienta, que se aplica mediante el procedimiento de un contraste de hipótesis en el que la nula reside en la no existencia de causalidad de Granger, se pretende estudiar si el comportamiento pasado del tamaño del balance del Eurosistema (M) y el tipo EONIA (R) tienen capacidad predictiva sobre el crecimiento económico (Y) y la inflación (P), tanto antes como después del inicio de la crisis.

Los resultados aquí obtenidos (Tabla 8.7) son, cuanto menos, curiosos. Por un lado, para el período de expansión económica, se puede decir que los tipos de interés no han sido predictivos de la evolución de los precios ni de la actividad, mientras que el crecimiento del balance del BCE, que, en cierto modo, podría estar relacionado con la base monetaria, sí que ha tenido una cierta capacidad para predecir el comportamiento de la inflación. Por su parte, durante los últimos años sí que encontramos cierta relación entre el incremento del total de activos del Eurosistema sobre el crecimiento del PIB, lo cual pondría de manifiesto que, al menos, parte de la política expansiva del BCE tiene su impacto en la actividad, a pesar de que no podamos llegar a la misma conclusión sobre los precios.

Tabla 8.7: Contraste de Causalidad en sentido de Granger. Resultados.

| $H_0$: "Variable dependiente" no es causada en sentido de Granger por... | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1999T1 - 2008T2 | | | | |
| Variable | Variable dependiente: P | | Variable dependiente: Y | |
| | Estadístico | P-valor | Estadístico | P-valor |
| R | 3,423 | 0,181 | 2,631 | 0,268 |
| M | 8,614 | 0,014 | 2,526 | 0,283 |
| 2008T3 - 2017T1 | | | | |
| Variable | Variable dependiente: P | | Variable dependiente: Y | |
| | Estadístico | P-valor | Estadístico | P-valor |
| R | 1,382 | 0,5011 | 7,003 | 0,030 |
| M | 0,952 | 0,6212 | 12,842 | 0,002 |

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de Eurostat y BCE.

### Funciones de Respuesta al Impulso (FRI)

Uno de los principales intereses de los modelos VAR es la capacidad que tienen para captar las relaciones intertemporales entre las variables que lo componen. De eso se encargan, en especial, las FRI, ya que de una forma gráfica nos permiten estudiar el comportamiento de las variables del modelo ante shocks estructurales del resto de variables. Estas funciones se obtienen a partir de un proceso complejo que requiere trabajar con la forma reducida del modelo y, al mismo tiempo, establecer restricciones sobre los parámetros de su forma estructural. Estas restricciones serán tales que acabarán afectando a las FRI resultantes, de forma que es importante ser conscientes de cómo se definen. En nuestro caso, se ha empleado la conocida restricción basada en la descomposición de Cholesky. El uso de la misma implica que algunas de las variables no reaccionan de impacto ante un shock de las otras. De la forma en que hemos definido nuestro modelo, los precios no reaccionarán de impacto ante shocks en la producción, en el tipo de interés y en el balance del Eurosistema; el crecimiento económico no se verá afectado por los impulsos del EONIA ni de la expansión del total de activos del BCE en el momento en que se produzcan; y, según lo dicho, el EONIA tampoco responderá de impacto ante un shock que haga crecer el balance del Eurosistema.

Dicho esto, ya podemos pasar al estudio y análisis de las FRI1, donde se presentan los correspondientes resultados para los dos modelos estimados.

De acuerdo a la información reflejada en la Figura 8.5 para el período pre-

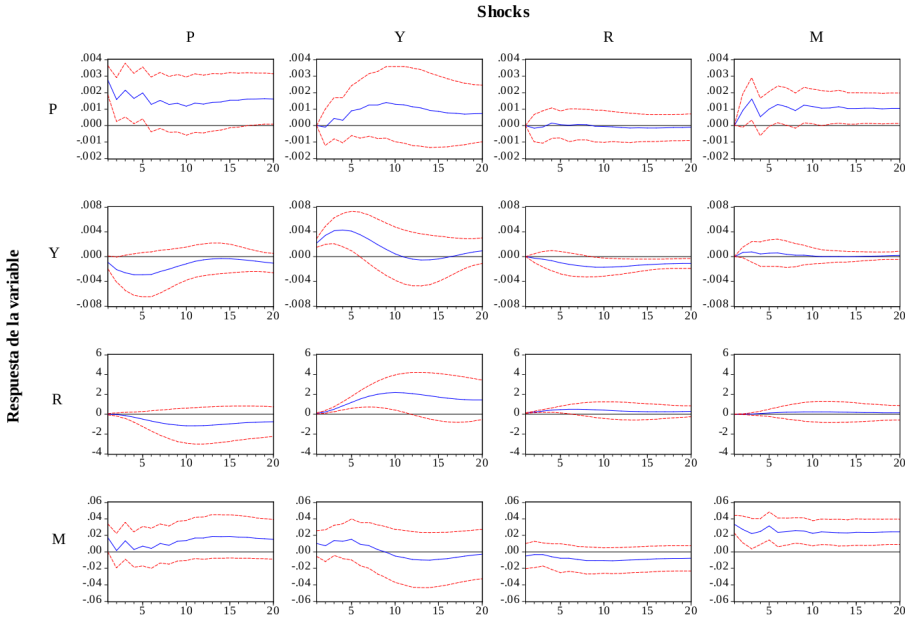


Figura 8.5: FRI. Respuestas acumuladas. (1999T1 – 2008T2). Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de Eurostat y BCE.

crisis, comprendido entre 1999 y el segundo trimestre de 2008, los precios se mueven significativamente ante un crecimiento del balance del Eurosistema. Los shocks sobre tipos de interés no tendrían apenas impacto sobre los precios, mientras que los impulsos que llegan desde el PIB, a pesar de continuar siendo fuertes y persistentes para impulsar los precios, pierden cierta significatividad en el análisis, con unas bandas de confianza muy amplias entorno al cero.

Durante este primer período, los shocks positivos de producción se traducen en un incremento del nivel de actividad. Sin embargo, el impulso positivo se diluye en el medio y largo plazo, lo que pone de manifiesto que los shocks de demanda pierden su efectividad después de 10 trimestres. Los estímulos de política monetaria apenas tienen un efecto notable en el crecimiento de la actividad. Así, los shocks enviados mediante un incremento del balance del Eurosistema, no provocan ningún aliciente para el impulso de la economía, algo que cabría esperar dado el pequeño tamaño de dichos impulsos monetarios durante estos años. Por su parte, los shocks positivos que consiguen un aumento de los tipos de interés, aunque de impacto no generan una reacción significativa de la producción, en el medio plazo consiguen afectarla de forma negativa. Ello estaría indicando que, durante los años previos a la crisis fi-

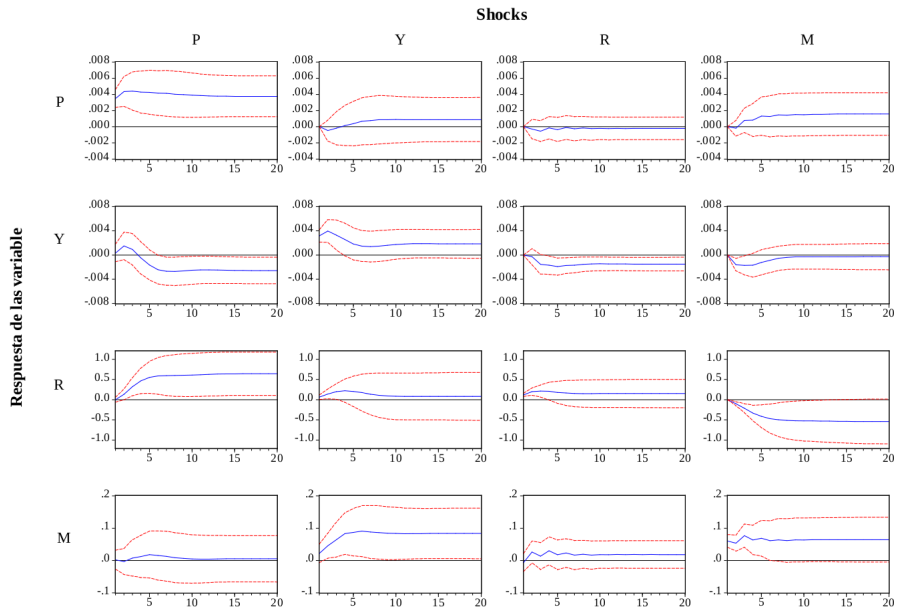


Figura 8.6: FRI. Respuestas acumuladas. (2008T3 – 2017T1). Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de Eurostat y BCE.

nanciera, un impulso positivo por parte del tipo de interés permitía, de forma efectiva, reducir el crecimiento de la economía. Concretamente, la subida de tipos desincentivaba la financiación de la inversión y el consumo, lo cual se traducía en una reducción de los mismos que conseguía minorar el nivel de actividad y, con ello, disminuir las presiones inflacionistas, consiguiendo así retomar la senda del objetivo de inflación. Por consiguiente, el mecanismo de transmisión de la política monetaria funcionaba correctamente.

En última instancia, los tipos de interés sólo reaccionan de forma significativa, y en el corto plazo, ante shocks del producto. De este modo, los estímulos positivos que envía son interpretados por la autoridad monetaria, quien, a fin de evitar un sobrecalentamiento de la economía, procede a elevar los tipos de interés.

Ahora bien, la irrupción de la crisis financiera en septiembre de 2008, ¿ha supuesto un cambio en la forma en que estas variables interactúan?

Sí, sin duda. La llegada de la crisis parece haber roto cualquier mecanismo de transmisión de los shocks a la evolución de las variables. Prácticamente todos los efectos, independientemente de su signo e intensidad, presentan una significatividad muy reducida, en tanto que sus bandas de confianza se sitúan en torno al cero en la mayoría de las representaciones (Figura 8.6).

Siendo conscientes de lo comentado, se observa que, en el caso de la inflación, ésta continúa respondiendo de forma positiva ante shocks monetarios provenientes de una expansión del balance del Eurosistema, y con una intensidad muy similar a la experimentada antes de la crisis. Así, aunque parece que este mecanismo no ha cambiado en gran medida respecto de la situación anterior, ahora es motivo de celebración, en tanto que vendría a poner de manifiesto que, efectivamente, los impulsos monetarios no convencionales suponen un aliciente para la recuperación de la tasa de inflación en el medio plazo. Estos resultados son consistentes con los obtenidos por Boeckx et al. (2017) en tanto que demuestran que los shocks de balance están detrás del crecimiento de la inflación durante los últimos años, lo que pone de manifiesto la robustez de nuestros resultados, pues el citado trabajo se ha realizado también mediante la estimación de un modelo VAR. No obstante, no se puede afirmar lo mismo en relación a los estímulos provenientes de la actividad económica, ya que éstos apenas se traducen en un incremento de los precios, e, incluso, en los primeros trimestres tras un shock de demanda, el efecto se vuelve negativo sobre la inflación.

En relación al crecimiento económico, de nuevo, sólo un shock que afecte a él mismo es el único capaz de elevarlo de una forma estable en el tiempo. Sin embargo, al tener en cuenta los impulsos que sobre éste provoca el comportamiento de los precios, se aprecia que ante un shock negativo de la inflación –como se ha visto estos últimos años, con un riesgo latente de deflación–, aunque en el corto plazo supone una caída de la actividad, en el medio plazo llega a representar un repunte en su crecimiento. Asimismo, los shocks negativos de tipos de interés –se trata de leer los gráficos en sentido contrario, ya que representan un shock positivo–, se trasladan a la economía real, mediante un incremento de la misma. Y ésta es la situación que está aconteciendo desde el comienzo de la crisis financiera. Ello permite dejar constancia de que la reducción de tipos vivida desde el comienzo de la crisis financiera ha tenido un impacto significativo en la evolución de la actividad económica, manifestando, por tanto, la efectividad de este tipo de instrumento monetario para influir en la actividad económica. Sin embargo, no podemos decir lo mismo del aumento de las inversiones por parte del BCE, cuyos shocks positivos hacen retroceder levemente el PIB durante los primeros trimestres, para después anular cualquier efecto sobre la actividad. Esta conclusión contrasta intensamente con la obtenida por Gambacorta et al. (2014) en relación al efecto de los shocks positivos sobre el tamaño del balance del Eurosistema, ya que constataron que éstos permiten aumentar de forma significativa, aunque temporal, la producción económica.

En última instancia, la respuesta de los tipos de interés a los shocks del res-

to de variables parece adaptarse a la realidad económica. De esta forma, el principal shock que hace mover los tipos de interés desde la crisis ha sido la inflación. Así, una caída de la inflación como hemos vivido hasta finales de 2016, se interpreta como un shock negativo que genera una intensa caída de los tipos de interés. Y efectivamente, así ha sucedido con el EONIA. Asimismo, los estímulos que le llegan desde el crecimiento económico, tienen un impacto puramente temporal y en sentido positivo, de modo que una caída de la actividad se traduce rápidamente en una caída de tipos, aunque dicho efecto es muy inferior al producido por los precios y se diluye después de 10 trimestres. Al mismo tiempo, los shocks positivos que le vienen del lado de la política monetaria no convencional provocan una reducción intensa y prolongada de los tipos de interés, lo que pone de manifiesto que estos impulsos expansivos del BCE se siguen trasladando a los tipos, y, por tanto, que el canal de tipos de interés no está tan debilitado como parecía, a pesar de encontrarnos con los tipos oficiales en el cero.

## 8.5. Conclusiones

Tras evaluar el impacto de las medidas de política no convencionales, se ha comprobado que los shocks positivos provenientes de la expansión del balance del Eurosistema tienen un impacto significativo en el crecimiento de los precios de la Eurozona. Ello supone haber encontrado los indicios suficientes para apoyar la idea de que las nuevas medidas de política monetaria están detrás de la recuperación de la inflación durante los últimos meses. En este sentido, podemos verificar que el BCE está actuando firme en su objetivo de mantener el crecimiento de los precios de la Eurozona, próximos pero inferiores al 2 % interanual, y, con ello, garantizar la efectividad de la política no convencional.

En cuanto a la relación entre la expansión del balance del Eurosistema, principal medida de la intensidad de esta nueva forma de hacer política monetaria, y el crecimiento de la actividad económica, no se han encontrado vínculos tan concluyentes como en el caso de la inflación. Este resultado puede ser interpretado desde dos perspectivas. De un lado, se puede poner el énfasis en las variables monetarias y afirmar que el mecanismo de transmisión de la política monetaria está fallando en su intención de afectar, en última instancia, a la economía real, y garantizar así el desarrollo sostenible de la Eurozona basado en un crecimiento equilibrado. De otro lado, se puede incidir sobre los shocks que verdaderamente afectan al movimiento de la actividad económica, e intentar establecer las implicaciones sobre las decisiones de política económica

que ello supone. En este sentido, se ha comprobado que los impulsos que generan una respuesta positiva sobre el crecimiento de la economía son aquellos que tienen que ver con su propia idiosincrasia. Este hecho que, aparentemente, tiene en sí mismo todo su sentido económico, está dejando entrever la neutralidad de la política monetaria para conseguir incrementos del PIB en el medio y largo plazo. De este modo, si nuestra intención es afectar a la actividad real de la economía, las medidas a llevar a cabo serán aquellas que incidan en la mejora de los factores determinantes de la productividad y la demanda agregada.

## 8.6. Referencias

Akaike, H. (1971). Autoregressive Model Fitting for Control. Annals of the Institute of Statistical Mathematics, 23(1), 163-180. doi: 10.1007/BF02479221.

Banerje, A., Lumsdaine, R. L. y Stock, J. H. (1992). Recursive and Sequential Test of the Unit-Root and Trend-Break Hypotheses: Theory and International Evidence. Journal of Business & Economics, 10(3), 271-287.

Banco Central Europeo. (2015). The Governing Council's expanded Asset Purchase Programme (Economic Bulletin 1/2015). Recuperado de https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/ecbu/eb201501.en.pdf

Boeckx, J., Dossche, M., y Peersman, G. (2017). Effectiveness and Transmission of the ECB's Balance Sheet Policies. International Journal of Central Banking, 13(1), 297-333.

Borio, C., y Disyatat, P. (2010). Unconventional Monetary Policies: An Appraisal. The Manchester School, 78(s1), 53-89. doi: 10.1111/j.1467-9957.2010.02199.x

Dickey, D. A., y Fuller, W. A. (1979). Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root. Journal of the American Statistical Association, 74 (366), 427-431.

Drakos, A. A., y Kouretas, G. P. (2015). The conduct of monetary policy in the Eurozone before and after the financial crisis. Economic modelling, 48, 83-92.

Gambacorta, L., Hofmann, B., y Peersman, G. (2014). The Effectiveness of Unconventional Monetary Policy at the Zero Lower Bound: A Cross-Country Analysis. Journal of Money, Credit and Banking, 46(4), 615-642. doi: 10.1111/jmcb.12119.

Hannan, E. J. y Quinn, B. G. (1979). The Determination of the Order of an Autoregression. Journal of the Royal Statistical Series B, 41(2), 190-195.

Ito, T. (2014). We are all QE-sians now. IMES Discussion Paper, (2014-E-5). Recuperado de https://www.imes.boj.or.jp/research/papers/english/14-E-05.pdf

Johansen, S. (1991). Estimation and Hypothesis Testing of Cointegration Vectors in Gaussian Vector Autoregressive Models. Econometrica, 59(6), 1551-1580.

Kimura, T., Kobayashi, H., Muranaga, J., y Ugai, H. (2003). The Effect of the Increase in the Monetary Base on Japan's Economy at the Zero Interest Rates: An Empirical Analysis. BIS Papers, 19, 276-312. Recuperado de http://www.bis.org/publ/bppdf/bispap19l.pdf

Kimura, T., y Small, D. (2006). Quantitative Monetary Easing and Risk in Financial Asset Markets. Topics in Macroeconomics, 6(1), 1-54. doi: 10.2202/1534-5998.1274.

Krugman, P., Dominguez, K. M., y Rogoff, K. (1998). It's Baaack: Japan's Slump and the Return of the Liquidity Trap. Brookings Papers on Economic Activity, 1998(2), 137-205.

Krugman, P. (2000). Thinking About the Liquidity Trap. Journal of the Japanese and International Economies, 14(4), 221-237. doi: 10.1006/jjie.2000.0458.

Kwiatkowski, D., Phillips, P., Schmidt, P., y Shin, Y. (1992). Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root: How sure are we that economic time series have a unit root? Journal of Econometrics, 54(1-3), 159-178. doi: 10.1016/0304-4076(92)90104-Y.

Peersman, G. (2011). Macroeconomic Effects of Unconventional Monetary Policy in the Euro Area. ECB Working Paper Series, 1397. Recuperado de https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecbwp1397 .pdf?99ef78cb1aa613f60d8716d0db59b585

Perron, P. (1989). The Great Crash, the Oil Shock, and the Unit Root Hypothesis. Econometrica, 57(6), 1361-1401. doi: 10.2307/1913712.

Schwarz, G. (1978). Estimating the Dimension of a Model. The Annals of Statistics, 6(2), 461-464.

Ueda, K. (2012). The effectiveness of non-traditional monetary policy measures: the case of the Bank of Japan. The Japanese Economic Review, 63(1), 1-22. doi: 10.1111/j.1468-5876.2011.00547.x

# Parte IV

# Tendencias en ciencias de la salud

# Capítulo 9

# Análisis de supervivencia según edades de donantes en trasplantados de hígado por hepatocarcinoma. Desterrando viejos mitos

# Análisis de supervivencia según edades de donantes en trasplantados de hígado por hepatocarcinoma. Desterrando viejos mitos.

Luis Alberto Martínez Insfran [1,2]
Servicio de Cirugía General y del Aparato Digestivo
luisalberto@martinezinsfran.com.py

Beatriz Gómez Pérez[2]
Servicio de Cirugía General y del Aparato Digestivo
beatriz_92gp@hotmail.com

Pedro Cascales Campos[1,2]
Servicio de Cirugía General y del Aparato Digestivo
cascalescirugia@gmail.com

Pablo Ramírez Romero[1,2]
Servicio de Cirugía General y del Aparato Digestivo
pablo.ramirez@carm.es

Pascual Parrilla Paricio[2]
Servicio de Cirugía General y del Aparato Digestivo
pascual.parrilla2@carm.es

[1]Universidad de Murcia
[2]Hospital Univ. Virgen de la Arrixaca

**Resumen:** El acceso al trasplante hepático está limitado a la disponibilidad de órganos, cuyos donantes ideales están en decremento por la reducción de la mortalidad en accidentes de tráfico y por la mejora de los cuidados médicos. Los injertos procedentes de donantes de edad avanzada son una alternativa válida para suplir dicha carencia, siendo crucial ampliar los criterios de aceptación de órganos. En este capítulo se publican los resultados basados en un registro de 100 pacientes trasplantados entre el 2011 y 2017 por Hepatocarcinoma, dividiendo la serie en tres grupos de receptores según la edad de sus respectivos donantes; menores de 65 años, entre 65 y 79 años y de 80 años o más, respectivamente. Tras el análisis, no se observan diferencias significativas respecto a los resultados, por lo que se concluye que la edad del donante aisladamente no demuestra ser un factor a tomar en cuenta en la toma de decisiones.

**Palabras clave:** Trasplante Hepático, Hepatocarcinoma, Donantes subóptimos, Donantes de Edad Avanzada.

## 9.1. Introducción

El trasplante hepático (TH) es el único tratamiento curativo para la enfermedad hepática en etapa terminal (Åberg et al., 2011). Existe una disparidad creciente entre la cantidad de pacientes en lista de espera (LE) y el número de órganos disponibles para donación, lo que conlleva un aumento mortalidad durante la misma (Kim et al., 2015). Ello ha motivado esfuerzos para usar injertos de hígado que en el pasado no hubieran sido trasplantados.

En Europa, en la última década, ha habido una gran discrepancia entre el número de pacientes incluidos en la LE para un TH (unos 16300 al año) y la disponibilidad de donantes cadavéricos (unos 6400 al año) con una tasa anual de mortalidad del 13 % en lista de espera (U.S. Department of Health and Human Services Health Resources and Services Administration, 2011). En Estados Unidos, a finales de 2011, un total de 17000 pacientes fueron incluidos en LE para TH y casi 2500 pacientes murieron en ella ese año. La mediana de tiempo en LE entre pacientes adultos aumentó de 12.9 meses en 2009, a 17.6 meses en 2010 y a 18.5 meses en el 2011 (Wade, Li, & M. Wahl, 2013)

Se han explorado varias estrategias para mejorar la disponibilidad mirando más allá del tradicional donante ïdeal", es decir, aquél que no ocasionara riesgo de fallo primario del injerto, siendo criterios favorables los donante con muerte encefálica, edad menor a 40 años, hemodinámia estable, con una función hepática conservada y electrolitos en rango de normalidad (Wertheim, Petrowsky, Saab, Kupiec-Weglinski, & Busuttil, 2011).

Teniendo en cuenta que en los últimos años hubo una disminución progresiva en el porcentaje de donantes jóvenes (menores de 40 años) debido a una multiplicidad de causas (entre ellas, el descenso de los accidentes de tráfico, las campañas de prevención de los factores de riesgo cardiovascular o la mejoría en el tratamiento médico y quirúrgico del paciente neurocrítico), la aplicación de protocolos de «limitación del tratamiento de soporte vital» al final de la vida y el desarrollo de las Unidades de Ictus, (Paredes-Zapata, Rodríguez-Villar, & Ruiz-Arranz, 2011) han ocasionado un aumento progresivo de los llamados "donantes marginales" o "donantes de criterios ampliados" (entre ellos, los de mayor edad) (Benton et al., 2016), a expensas de una mayor frecuencia de complicaciones o de resultados potencialmente inferiores, que desafortunadamente han frenado la expansión de los programas de la mayoría de los países occidentales, (Wertheim et al., 2011).

El límite superior de edad recomendada para el donante hepático es todavía un tema abierto a debate. Ni siquiera está claro el mecanismo por el que

la edad altera la función hepática. Se han descrito la menor tolerancia del parénquima hepático envejecido a la lesión por isquemia-reperfusión (con menos hepatocitos y menor capacidad regenerativa) y la posible influencia de las comorbilidades del donante sobre la calidad del injerto (por ejemplo, obesidad, diabetes, y la hipertensión), lo que conlleva a un aumento de la esteatosis y aterosclerosis (Feng et al., 2006).

Independientemente de la edad, se describen múltiples factores que afectan a la calidad del injerto (tales como los tiempos de isquemia fría y caliente, comorbilidades del donante y su causa de muerte, presencia de esteatosis hepática y el tiempo de estancia en UCI) (Briceño, Marchal, Padillo, Solórzano, & Pera, 2002). Por otro lado, una evaluación completa de los resultados debería incluir, no sólo los factores antes citados, sino factores regionales y del centro hospitalario, los cuales también influyen en los resultados (Strom et al., 2017). En 2005, fue descrito el Donor Risk Index, que contemplaba la edad del donante mayor a 60 años como uno de los criterios de riesgo de fallo de del injerto. Sin embargo, el dilema de usar un órgano de un donante anciano o "perder la ventana"para trasplantar a un paciente, es una cuestión aun pendiente de definir (Feng et al., 2006), más aun en el caso de los pacientes con Hepatocarcinomas, que tienen una clara desventaja si el criterio se basa exclusivamente en el sistema MELD (Model For End-Stage Liver Disease), que incluye un análisis logarítmico según la Bilirrubinemia, Creatinina serica e INR (International normalized ratio), que debido a su mejor estado basal, con niveles de MELD más bajos, pierden prioridad respecto a los demás pacientes en lista, siendo en la práctica habitual el grupo al cual se prefiere implantar injertos con criterios expandidos. Pese a las controversias, el uso de injertos hepáticos de donantes de mayor edad está en aumento en la Unión Europea, aunque sigue siendo poco utilizado en Estados Unidos.

En España, el llamado «Modelo Español» de donación y trasplante hace referencia a un sistema integrado de donación que comenzó a gestarse a finales de los años ochenta del siglo XX en diversos centros hospitalarios de nuestro país, viéndose fortalecido e impulsado con la creación en 1989 de la Organización Nacional de Trasplantes (ONT), para convertirse desde hace más de 10 años en referente internacional y en un ejemplo a seguir en todo el mundo (Paredes-Zapata et al., 2011). En el año 2010, se publicó una experiencia inicial con pacientes trasplantados por Hepatocarcinoma asociado con cirrosis hepática usando hígados de donantes mayores 75 años, donde los resultados preliminares apoyaron el uso de dichos injertos subóptimos que permitieron dar prioridad a estos pacientes (Cascales Campos et al., 2010).

En este capítulo se proporciona una revisión bibliográfica y un análisis de la

ampliación de la experiencia con injertos de donantes mayores en pacientes trasplantados de hígado por Hepatocarcinoma. En particular, el objetivo de este estudio es determinar la influencia de la edad del donante, independientemente a sus comorbilidades y factores asociados, en la supervivencia del receptor y del injerto.

Este capítulo se estructura en cinco apartados comenzando por la introducción, justificación y objetivos del estudio, describiendo la metodología de recolección de datos y análisis estadístico, posterior descripción detallada de resultados con una discusión en la que se comentan los principales hallazgos, terminando el presente capitulo con las conclusiones.

## 9.2. Pacientes y métodos

Desde el registro hospitalario de pacientes trasplantados de hígado se realizó un estudio observacional y retrospectivo de 100 pacientes sometidos a TH por Hepatocarcinoma de forma consecutiva entre enero del 2011 y octubre del 2017, incluyendo a aquéllos que tuvieron la confirmación histológica del explante o necrosis completa como respuesta a las terapias locorregionales durante el periodo en lista de espera. Los resultados fueron analizados en base a la edad de los donantes, siendo el Grupo 1 (G1) aquellos receptores con donantes menores a 65 años, el Grupo 2 (G2) los donantes entre 66 y 79 años y el Grupo 3 (G3) los donantes de 80 años o mayores. Debido a que escasos donantes de la muestra fueron menores a 60 años, se acuerda dejar el punto de corte entre los grupos 1 y 2 en los 65 años –con el fin de dar mayor homogeneidad a los grupos. Además, se consideran receptores con injertos procedentes de Donantes por Muerte Encefálica (DBD) y Donantes en Asistolia Controlada (DCD), incluyendo retrasplantes. Por su parte, se excluye a pacientes en los que no se encuentra masa tumoral en el explante. Se procede a realizar un análisis univariante de los 3 grupos etarios de donantes (procedencia, habito enólico o tabáquico del donante). También variables de los receptores, según sean Pretrasplante, Intraoperatorias, Postoperatorias, de la Anatomía Patológica del explante y la supervivencia del paciente y del injerto. Tras ello, se plantea un análisis multivariante para aquellas variables con p-valor menor a 0,05; no realizado debido a que ninguna variable alcanzó dicha significancia.

Para realizar comparaciones grupales se realizó un estudio de frecuencias mediante el hallazgo de la media, rango y porcentaje respecto al total de pacientes; y en el caso de variables cuantitativas se realizó un análisis ANOVA y

Kruskall Wallis según tengan en función de la distribución normal o anormal de la variable, respectivamente. El análisis de supervivencia del paciente y del injerto se realizó mediante curvas de Kaplan-Meier, cuyas tasas se compararon usando la prueba de log-rank. Por cada comparación, la diferencia con un p-valor inferior a 0.05 fue considerada estadísticamente significativo. Todos los análisis fueron realizaos empleando el paquete estadístico SPSS v.21 (Chicago, IL).

## 9.3. Resultados

Como se puede observar en la tabla 9.1, la edad media de los donantes para el G1 fue de 51,34 años (22-64 años), en el G2 fue de 73,57 años (entre 66 y 79 años) y en el G3 de 82,58 años (80 y 89 años). Por su parte, como se desprende de la tabla 9.2, la edad media de los receptores fue de 57,83 años (35-71 años) en el G1, 58,7 (51-71 años) en el G2 y 59,6 años (50-68) en el G3, sin significación estadística (p=0,631). Los grupos estuvieron compuestos por 29, 47 y 24 receptores, respectivamente.

Tabla 9.1: Edad de los donantes según grupos de estudio. (N = 100)

| | **N** | **Media** | **Desviación estándar** | **Mínimo** | **Máximo** |
|---|---|---|---|---|---|
| Menor a 65 años | 29 | 51,34 | 10,698 | 22 | 64 |
| de 66 a 79 años | 47 | 73,57 | 3,699 | 66 | 79 |
| de 80 años o mas | 24 | 82,58 | 2,717 | 80 | 89 |
| **De forma Global** | 100 | 69,29 | 13,650 | 22 | 89 |

Como se indica en la tabla 9.3, de los 100 donantes de la serie, 52 fueron mujeres y 48 hombres; 61 procedían del centro objeto de estudio, 16 de otros hospitales de la región, y los 23 restantes del resto del país. 32 eran fumadores, 11 consumidores activos de bebidas alcohólicas, 66 hipertensos y 25 diabéticos. La estatura media fue de 166,04 ± 9,2 cm (142-180 cm). El peso medio fue de 74,98 ± 11,27 kg (47-110 kg). La media de Índice de Masa Corporal (IMC) fue de 27,15 ± 3,32 (20,1-42,9). Además, 64 de ellos, murieron por Ictus (54 hemorrágicos y 10 isquémicos), 14 por traumatismo craneoencefálico, 3 por anoxia encefálica secundarias a fallo respiratorio y 19 donantes

Tabla 9.2: Edad de los receptores según los grupos de estudio (N = 100)

| | N | Media | Desviación estándar | Mínimo | Máximo | *p* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Menor a 65 años | 29 | 57,83 | 8,089 | 35 | 71 | |
| de 66 a 79 años | 47 | 58,77 | 6,232 | 47 | 72 | 0,631 |
| de 80 años o mas | 24 | 59,54 | 4,644 | 50 | 68 | |
| **De forma Global** | 100 | 58,68 | 6,477 | 35 | 72 | |

Tabla 9.3: Características de los donantes según Grupos Etarios de pacientes trasplantados. (N = 100)

| | | Grupos Etarios | | | Total | *p* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Menor a 65 años | de 66 a 79 años | de 80 años o mas | | |
| Procedencia del Injerto | Nacional | 5 | 11 | 5 | 21 | |
| | Region de Murcia | 4 | 7 | 5 | 16 | 0,901 |
| | Del propio centro | 20 | 29 | 14 | 63 | |
| Historia de tabaquismo (N = 99) | No | 15 | 33 | 19 | 67 | 0,053 |
| | Si | 14 | 14 | 4 | 32 | |
| Historia del alcoholismo (N = 99) | No | 25 | 41 | 22 | 88 | 0,495 |
| | Si | 4 | 6 | 1 | 11 | |

tipo DCD.

De los 100 receptores de la serie, 84 de ellos fueron hombres y 16 mujeres. 35 eran hipertensos y 47 diabéticos. Como se observa en la tabla 4, según la estatificación de Child, 65 correspondieron al grado A, 31 al B y 3 al C. Agrupando a los receptores según MELD con un punto de corte 12, 78 tuvieron niveles inferiores y sólo 19 superaron dicha cifra (p-valor = 0,347). Es de mencionar la distribución homogénea de los pacientes trasplantados con criterios expandidos a los de Milán de forma bastante homogénea. En la tabla 5 se representan los niveles cuantitativos del MELD en los tres grupos.

La etiología de la hepatopatía más frecuente fue la infección por virus por Hepatitis C (VHC) en 46 pacientes, aunque no se ha visto relacionada con un grupo en particular (véase la tabla 4); hepatitis B (VHB) en 10 de ellos, se atribuyó una causa etílica a 32 pacientes y en 12 de ellos otras causas menos frecuentes (como cirrosis biliar primaria, secundaria, hemocromatosis o glucogenosis). El tiempo de isquemia fría tampoco ha variado de manera

Tabla 9.4: Caracteristicas clínicas de los receptores según Grupos de estudio. (N = 99)

| | | Grupos Etarios | | |
|---|---|---|---|---|
| | | **Menor a 65 años** | **de 66 a 79 años** | **de 80 años o mas** |
| Cumple los Criterios de Milan | Si | 21 | 33 | 15 |
| | No | 8 | 13 | 9 |
| Tiempo Agrupado en Lista de Espera | Menos que 200 días | 17 | 30 | 18 |
| | Mas que 200 días | 12 | 16 | 5 |
| Terapia Puente | No | 3 | 8 | 1 |
| | Si | 26 | 38 | 23 |
| Child | A | 18 | 33 | 14 |
| | B | 11 | 12 | 8 |
| | C | 0 | 1 | 2 |
| Meld Agrupado | Menor o igual a 12 | 22 | 39 | 17 |
| | Mayor a 12 | 7 | 6 | 6 |
| Infeccion por VHC | No | 14 | 23 | 15 |
| | Si | 15 | 24 | 9 |
| Tiempo de Isquemia fria en minutos | | 331,03 ± 173,91 | 354,89 ± 171,46 | 305 ± 168,70 |

Tabla 9.5: Niveles de MELD según grupos de estudio (N = 99)

| | **N** | **Media** | **Desviación estándar** | **Mínimo** | **Máximo** | ***p*** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Menor a 65 años | 29 | 11,07 | 4,535 | 6 | 30 | |
| de 66 a 79 años | 46 | 9,07 | 2,954 | 1 | 15 | 0,227 |
| de 80 años o mas | 24 | 10,00 | 3,203 | 5 | 15 | |
| **De forma Global** | 99 | 9,88 | 3,609 | 1 | 30 | |

Tabla 9.6: Caracteristicas del Explante Hepático según Grupo Etario de donantes.

| | | Grupos Etarios | | | Total | *p* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Menor a 65 años | de 66 a 79 años | de 80 años o mas | | |
| Número de nódulos en el explante | Solo necrosis | 1 | 4 | 2 | 7 | 0,0 |
| | Nodulo Unico | 11 | 18 | 12 | 41 | |
| | De 2 a 5 nodulos | 16 | 19 | 4 | 39 | |
| | 6 o mas nodulos | 0 | 3 | 4 | 7 | |
| Invasión vascular microscópica | No | 18 | 32 | 18 | 68 | 0,2 |
| | Si | 10 | 13 | 3 | 26 | |
| Invasión Biliar | No | 27 | 44 | 21 | 92 | 0,3 |
| | Si | 1 | 0 | 0 | 1 | |
| Invasión Neural | No | 27 | 44 | 21 | 92 | 0,6 |
| | Si | 1 | 1 | 0 | 2 | |
| Trombosis portal en el explante | No | 27 | 43 | 20 | 90 | 0,9 |
| | Si | 1 | 2 | 1 | 4 | |
| Parenquima Hepático circundante | Normal | 0 | 2 | 1 | 3 | 0,4 |
| | Cirrosis | 26 | 42 | 23 | 91 | |
| | Hepatitis virica | 1 | 0 | 0 | 1 | |
| Grado de Diferenciación (Edmondson Steiner) | 1 | 3 | 8 | 3 | 14 | 0,9 |
| | 2 | 20 | 27 | 12 | 59 | |
| | 3 | 4 | 5 | 2 | 11 | |

importante entre los grupos (p-valor = 0,504).

Como puede observarse en la tabla 9.6, en el estudio anatomopatológico del explante hepático del receptor al momento del trasplante, no se han observado diferencias importantes entre los grupos.

De las variables postoperatorias, no se ha visto un índice mayor de complicaciones, retrasplantes, ni tasa de mortalidad, ni precoz ni tardía en ningún grupo, como se desprende de la tabla 9.7.

Con una mediana de seguimiento de 26 meses, la supervivencia actuarial de los pacientes a los 1, 3 y 5 años se indica en la tabla 8 y en la figura 1. En concreto, ésta es para el Grupo 1 fue del 86,1 %, 71,2 % y 58,2 % respectivamente. Para el Grupo 2 fue del 82,8 %, 75 % y 68,1 %; y para el Grupo 3 del 83,3 %, 72,9 % y 37,5 % respectivamente (p-valor = 0,876).

Por su parte, la supervivencia del injerto a los 1, 3 y 5 años viene indicada en la tabla 9 y en la figura 2. En concreto, para el Grupo 1 fue del 86,1 %, 64,7 % y 58,2 % respectivamente. Para el Grupo 2 fue del 77,7 %, 74,5 % y 67,7 %; y para el Grupo 3 del 82 %, 70,5 % y 37,8 % respectivamente (p-valor de 0,794).

Tabla 9.7: Variables postrasplante Hepatico según Grupo Etario de donantes.

| | | Grupos Etarios | | | N | *p* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Menor a 65 años | de 66 a 79 años | de 80 años o mas | | |
| Complicaciones postoeratorias mayores a Clavien IIIa (N = 24) | Infecciosas | 3 | 1 | 1 | 5 | 0,529 |
| | Vasculares | 1 | 5 | 3 | 9 | |
| | Hemorragicas | 0 | 1 | 0 | 1 | |
| | Otras | 3 | 4 | 2 | 9 | |
| Infusion de Prostaglandinas en UCI | No | 23 | 40 | 21 | 84 | 0,37 |
| | Si | 5 | 3 | 3 | 11 | |
| Trombosis Arterial en el Injerto | No | 27 | 43 | 22 | 92 | 0,96 |
| | Si | 2 | 3 | 2 | 7 | |
| Retrasplante Hepatico | No | 27 | 42 | 20 | 89 | 0,457 |
| | Si | 2 | 4 | 4 | 10 | |
| Rechazo del Injerto | No | 24 | 39 | 22 | 85 | 0,577 |
| | Si | 5 | 8 | 2 | 15 | |
| Complicaciones Biliares | No | 15 | 27 | 15 | 57 | 0,716 |
| | Si | 14 | 19 | 9 | 42 | |
| Disfuncion Primaria | No | 26 | 45 | 21 | 92 | 0,412 |
| | Si | 3 | 2 | 3 | 8 | |
| Exitus postoperatorio | No | 27 | 41 | 22 | 90 | 0,676 |
| | Si | 2 | 6 | 2 | 10 | |
| Exitus global | No | 20 | 34 | 15 | 69 | 0,698 |
| | Si | 9 | 13 | 9 | 31 | |

Tabla 9.8: Supervivencia de los receptores de Trasplante Hepático según Grupo Etario de donantes.

| | | N | Años postraplante | | | *p* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | 3 | 5 | |
| Grupos Etarios | Menor a 65 años | 32 | 86,1% | 71,2% | 58,2% | 0,876 |
| | De 66 a 79 años | 43 | 82,8% | 75,0% | 68,1% | |
| | De 80 años o mas | 24 | 83,3% | 72,9% | 37,5% | |

Tabla 9.9: Supervivencia del injerto hepático según Grupo Etario de donantes.

| | | N | Años postraplante | | | *p* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | 3 | 5 | |
| Grupos Etarios | Menor a 65 años | 32 | 86,1% | 64,7% | 58,2% | 0,794 |
| | De 66 a 79 años | 43 | 77,7% | 74,5% | 67,7% | |
| | De 80 años o mas | 24 | 82,0% | 70,5% | 37,8% | |

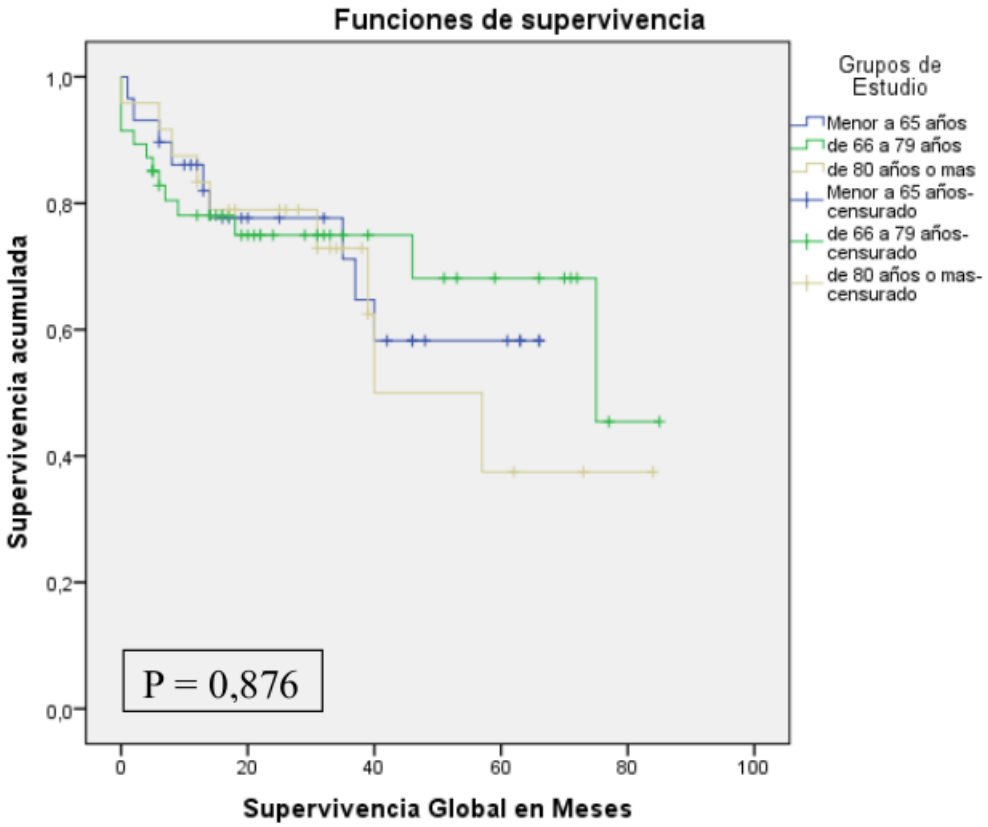


Figura 9.1: Supervivencia de los receptores de Trasplante Hepático según grupos etarios de los donantes. (N=100).

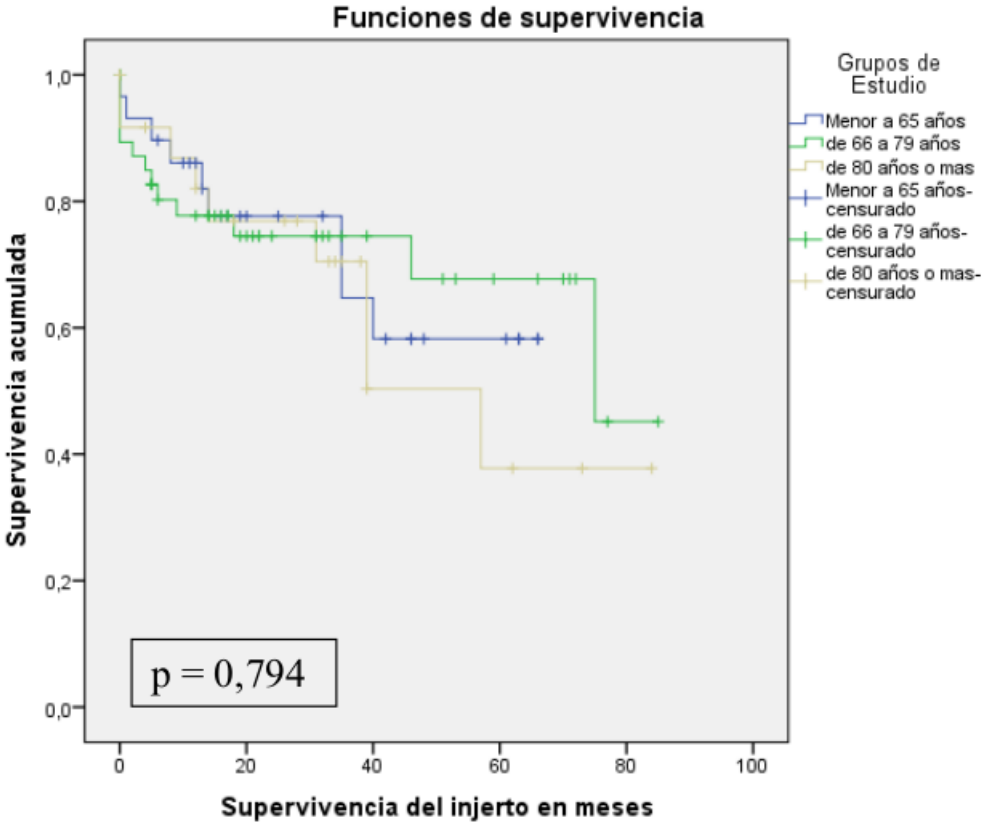


Figura 9.2: Supervivencia del injerto hepático según grupos etarios de donantes. (N=100).

## 9.4. Discusión

El indudable y creciente éxito del TH como tratamiento para la enfermedad hepática terminal ha ocasionado un aumento del tiempo en la lista de espera, obligando a la búsqueda de alternativas para ampliar los criterios para obtención de injertos, incluyendo órganos de donantes de edad avanzada (Nardo et al., 2004) Es conocido que la edad del donante tiene un impacto significativo en la regeneración del hígado, y esto puede explicar la vulnerabilidad de los injertos ancianos a la lesión por isquemia-reperfusión y por prolongados periodos de isquemia fría (Ono Y, 2011;150 (2):154–161). Como se mencionado anteriormente, en un estudio realizado en el mismo centra que la presente investigación, en el que se publica una experiencia usando injertos de donantes mayores a 75 años de edad en pacientes trasplantados por Hepatocarcinoma asociados a cirrosis hepática, se logró una buena función del injerto después de un seguimiento de 2 años con un 100 % libre de enfermedad, alentándose al uso de dichos injertos, lo que permite dar prioridad a dichos pacientes. (Cascales Campos PA, 2010;42:627–630).

En el presente estudio, se concluye que la supervivencia del paciente no se ve afectada por aloinjertos ancianos. Aunque no existe un límite exacto para considerar como de edad avanzada a un donante no se ha podido demostrar ningún impacto adverso en donantes de 80 años o más.

Considerando el carácter unicéntrico de este estudio, sus resultados pueden estar influenciados por criterios de selección específicos de los donantes (por ejemplo, evitación de hígados con esteatosis moderada o grave) y estrategias específicas para mantener un corto tiempo de isquemia fría. Además del tamaño relativamente pequeño en comparación a los grandes estudios de bases de datos, se debe contemplar su diseño retrospectivo, reportando datos desde enero del 2011 a octubre del 2017, por lo que los resultados deben ser interpretados con precaución, debido a que durante estos últimos años, la práctica clínica ha cambiado y los criterios de inclusión se han ampliado, tanto en términos de selección de pacientes como de aceptación de hígados donantes, además de las mejoras en los procedimientos quirúrgicos. Por otra parte, no se han descrito en la presente investigación otros factores que pueden afectar a la supervivencia del injerto, tales como las comorbilidades del receptor o el cumplimiento del tratamiento inmunosupresor, aunque de todas las variables estudiadas ninguna ha demostrado predominancia en ninguno de los grupos.

Con respecto a las características del receptor, la prevalencia de la hepatitis C en España es mayor que en muchos otros del resto de Europa, pero in-

ferior respecto al sudeste asiático. Además, la prevalencia de la enfermedad hepática grasa no alcohólica y de la hepatitis no alcohólica es también más baja en España que en los Estados Unidos.

En el presente estudio, se demuestra que los pacientes que reciben los injertos hepáticos de donantes añosos (G3), obtienen resultados equivalentes respecto a supervivencia global y del injerto a 1, 3, y 5 años después del trasplante en comparación con los pacientes de los grupos 1 y 2. Hasta la fecha, no se han realizado estudios concluyentes para seleccionar los receptores más idóneos de injertos hepáticos de donantes mayores.

En conclusión, la edad como factor determinante de aceptación o no de un injerto hepático no ha demostrado ser una variable influyente en este estudio, contrariamente a la tendencia actual. Es posible que con más estudios prospectivos se pueda obtener la evidencia necesaria para no excluir donantes en función de la edad. Además, como los donantes subóptimos debido a edad avanzada son una realidad en nuestro medio debido a la disminución donantes jóvenes y al envejecimiento de la población, se considera la relevancia de ampliar los criterios de aceptación de órganos para prevenir la mortalidad en la lista de espera.

## 9.5. Agradecimientos

Los autores agradecen a los Sres. Felipe Alconchel, Laura Barona, Guillermo Carbonell, Rocío González Sánchez, María Martínez Martínez, Mario Royo, José Antonio Pons, Francisco Sánchez Bueno y Ricardo Robles, dada su participación activa en la selección de pacientes, recopilación de datos y revisión de esta investigación.

## 9.6. Referencias

Åberg, F., Mäklin, S., Räsänen, P., Roine, R. P., Sintonen, H., Koivusalo, A.-M., ... Isoniemi, H. (2011). Cost of a quality-adjusted life year in liver transplantation: The influence of the indication and the model for end-stage liver disease score. Liver Transplantation, 17(11), 1333–1343. https://doi.org/10.1002/lt.22388.

Benton, C. B., Nazha, A., Pemmaraju, N., Garcia-manero, G., Disorders, B., Cancer, T., & Clinic, C. (2016). HHS Public Access, 95(2), 222–242. https://doi.org/10.1016/j.critrevonc.2015.03.002.Chronic

Briceño, J., Marchal, T., Padillo, J., Solórzano, G., & Pera, C. (2002). Influence of marginal donors on liver preservation injury. Transplantation, 74(4), 522–526. https://doi.org/10.1097/01.TP.0000026307.14572.8D

Cascales Campos, P. A., Romero, P. R., Gonzalez, R., Zambudio, A. R., Martinez Frutos, I. M., de la Peña, J., ... Parrilla Paricio, P. (2010). Improving the Waiting List by Using 75-Year-Old Donors for Recipients With Hepatocellular Carcinoma. Transplantation Proceedings, 42(2), 627–630. https://doi.org/10.1016/j.transproceed.2010.02.015

Feng, S., Goodrich, N. P., Bragg-Gresham, J. L., Dykstra, D. M., Punch, J. D., DebRoy, M. A., ... Merion, R. M. (2006). Characteristics associated with liver graft failure: The concept of a donor risk index. American Journal of Transplantation, 6(4), 783–790. https://doi.org/10.1111/j.1600-6143.2006.01242.x

Kim, W. R., Lake, J. R., Smith, J. M., Skeans, M. A., Schladt, D. P., Edwards, E. B., ...

Kasiske, B. L. (2015). OPTN/SRTR 2013 Annual Data Report: liver. American Journal of Transplantation: Official Journal of the American Society of Transplantation and the American Society of Transplant Surgeons, 15 Suppl 2, 1–28. https://doi.org/10.1111/ajt.13197

Nardo, B., Masetti, M., Urbani, L., Caraceni, P., Montalti, R., Filipponi, F., ... Cavallari, A. (2004). Liver transplantation from donors aged 80 years and over: Pushing the limit. American Journal of Transplantation, 4(7), 1139–1147. https://doi.org/10.1111/j.1600-6143.2004.00472.x

Paredes-Zapata, D., Rodríguez-Villar, C., & Ruiz-Arranz, A. (2011). Presente y futuro de la donación y trasplante de órganos: ¿nos enfrentamos a la crisis del «modelo Español»? Avances En Diabetologia, 27(5), 154–159. https://doi.org/10.1016/j.avdiab.2011.09.004

Strom, S. C., Garcia-olmo, D., Martino, V. Di, Farkas, D. T., Firpi, R. J., Gazouli, M., ... Horowitz, M. (2017). World Journal of, 9327(25), 4473–4660.

U.S. Department of Health and Human Services Health Resources and Services Administration. (2011). 2011 SRTR & OPTN Annual Data Report.

Wade, M., Li, Y.-C., & M. Wahl, G. (2013). NIH Public Access. Nature Reviews Cancer, 13(2), 83–96. https://doi.org/10.1002/ana.22528.Toll-like

Wertheim, J. A., Petrowsky, H., Saab, S., Kupiec-Weglinski, J. W., & Busuttil, R. W. (2011). Major challenges limiting liver transplantation in the United States. American Journal of Transplantation: Official Journal of the American Society of Transplantation and the American Society of Transplant

Surgeons, 11(9), 1773–84. https://doi.org/10.1111/j.1600-6143.2011.03587.x

# Capítulo 10

# Estudio de salud bucodental en pacientes diabéticos: valoración de Saliactive® frente a placebo en la eficacia de la higiene oral

# Estudio de salud bucodental en pacientes diabéticos: valoración de Saliactive® frente a placebo en la eficacia de la higiene oral

Candela Castillo Felipe
candela.casti@gmail.com

Pía López Jornet
majornet@ono.com

Departamento Medicina Oral
Hospital Morales Meseguer

Facultad de Medicina
Universidad de Murcia

**Resumen:** Las complicaciones orales de enfermedades sistémicas son frecuentes y habitualmente olvidadas tanto por los pacientes como por los propios profesionales de la salud. Así pues, es esencial el desarrollo de productos que ayuden a controlarlas. En este caso la hipótesis principal es que la aplicación de Saliactive® mejorará las condiciones orales de pacientes con diabetes respecto a un grupo placebo. Para comprobarlo, se ha realizado un estudio clínico analítico randomizado a doble ciego en el que participaron 60 pacientes (31 placebo y 29 Saliactive®) durante un mes. Se midieron las variables específicas (cepillado, lesiones orales, índice de placa O'Learly, xerostomía, calidad de vida oral, influencia del número de fármacos) a través de cuestionarios protocolizados y el análisis estadístico de los datos se llevó a cabo con los Test de Wilcoxon y Modelos Lineales Generalizados. A pesar de la mejora de sintomatología, no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas (p¡0,05). Los pacientes calificaron como beneficioso el uso del producto.

**Palabras clave:** Diabetes, Salud bucodental, Saliactive®.

## 10.1. Introducción

La Diabetes Mellitus (DM) es la alteración metabólica más frecuente en la actualidad. Según la Asociación Americana de Diabetes (ADA), ha sido definida como un grupo de enfermedades metabólicas caracterizadas por la hiperglucemia crónica producida por defectos en la secreción de insulina, resistencias de los diferentes órganos y tejidos a la misma o la presencia de ambos. (ADA, 2014).

Las estimaciones para el año 2025 a nivel mundial advierten del incremento de la prevalencia de diabetes sobre todo en países en vías de desarrollo (Perera y Velasco, 2007).

En España, la prevalencia de diabetes tanto tipo 1 como tipo 2 llega a ser del 13,8 %, siendo más prevalente cuanto más avanzada es la edad, y mayor en hombres que en mujeres (Soriguer, Goday, y Bordiú, 2012).

El diagnóstico precoz de la Diabetes Mellitus es esencial para establecer un control temprano de la enfermedad y las numerosas complicaciones derivadas de ella.

En la actualidad los métodos diagnósticos más utilizados son test de glucosa plasmática considerándose valores patológicos $\geq$200mg/dl, y hemoglobina glicosilada (HbA1c) $\geq$6,5 (Diabetes Care, 2010; Sandler y McDonnell, 2016.)

Las complicaciones de la diabetes son numerosas; la micro y macroangiopatía diabética tienen repercusiones a nivel sistémico incluyendo la cavidad oral, en este sentido, la hiperglucemia crónica y mal controlada ocasiona una predisposición a padecer enfermedad periodontal de manera más frecuente y agresiva. Asimismo, la presencia de las bacterias que la ocasionan y los mediadores inflamatorios que se producen resultan en un aumento del descontrol de la glucemia. Por tanto, encontramos una relación bidireccional entre ambas patologías (Albert et al., 2012; Teeuw, Gerdes, & Loos, 2010). Por otro lado, los pacientes diabéticos pueden presentar alteraciones en la composición y flujo salival, aumento en la presencia de lesiones de mucosa oral benignas o potencialmente malignas, así como una mayor dificultad para resolver infecciones y afectación pulpar ( Lima et al., 2017; Lima et al., 2013; Smriti, Pai, Ravindranath, y Pentapati, 2016).

Es esencial que el paciente diabético conozca las medidas básicas de higiene bucodental especialmente importantes en su caso para controlar los efectos orales de su enfermedad.

El laboratorio Biocosmetics ha desarrollado el compuesto SALIACTIVE®, específico para el cuidado oral de la persona con Diabetes Mellitus. Su com-

posición es la siguiente:

- Aceite de oliva virgen extra: Desde hace años ha sido utilizado en dermatología como hidratante-lubricante, desinfectante, antiinflamatorio y promotor de la cicatrización (Loffredo, Perri, Nocella, y Violi, 2017). Todas estas propiedades son las que beneficiarán al paciente diabético para paliar sensaciones de xerostomía, ayudar a controlar la gingivitis por su efecto antimicrobiano y antiinflamatorio y promover la cicatrización de tejidos frecuentemente alterada en pacientes diabéticos.

- Xilitol: Su mecanismo de acción se centra en la disminución de los niveles de StreptococusMutans tanto en saliva como en la placa dental, ya que evita su adhesión a la estructura dentaria, reduce la producción de ácidos y favorece el aumento del pH salival. Su aplicación en pastas dentífricas sugiere beneficios en la mejora de la calidad del medio oral, pudiendo ser útil en programas de prevención o en pacientes que por circunstancias específicas tengan una mayor probabilidad de desarrollar caries como puede ser el caso del paciente diabético. Se sugiere que su uso se potencia combinándolo con pequeñas cantidades de flúor (Nayak et al., 2014)

- Betaína: Este compuesto se ha usado frecuentemente para paliar la sensación de sequedad en personas con xerostomía fármaco-inducida o por radioterapia. Actúa como lubricante de la mucosa oral, reduce las irritaciones causadas por los detergentes de las pastas dentales clásicas y ayuda a la regeneración de la mucosa oral irritada (Ship, McCutcheon, Spivakovsky, y Kerr, 2007). En pacientes diabéticos, puede contribuir a mejorar la sensación de sequedad, y a disminuir las irritaciones en la mucosa oral por ser esta más sensible a cualquier irritante.

- Provitamina B5: El motivo de su uso en pasta dental está destinado a promover la cicatrización de aftas y prevenir su aparición cuando se encuentran de forma latente.

No incluye agentes químicos antibacterianos ni detergentes con la finalidad de no crear resistencias ni producir el desequilibrio de flora que pueda facilitar la aparición de Candidiasis, así como favorecer la prevención de irritación en mucosas.

## 10.2. Objetivos

### 10.2.1. Objetivo General

Comprobar la eficacia de SALIACTIVE® en pacientes diabéticos comparándola con placebo.

### 10.2.2. Objetivos Específicos

- Valorar cantidad y tipo de lesiones que presentan pacientes diabéticos en ambos grupos.
- Valorar técnicas de higiene tras la primera visita en ambos grupos.
- Valorar índice de placa O'Learly tras la utilización de SALIACTIVE®, respecto al grupo Placebo.
- Valorar calidad de vida oral (OHIP-14) tras la utilización de SALIACTIVE® respecto al grupo Placebo.
- Valorar xerostomía tras la utilización de SALIACTIVE® respecto al grupo Placebo.
- Comprobar la influencia del número de fármacos en la mejora o no de los síntomas en ambos grupos.
- Valorar la percepción subjetiva del paciente respecto a la utilización de SALIACTIVE®.

## 10.3. Material y métodos

### 10.3.1. Material

- Material educativo para la salud: Fantoma bucodental y cepillo.
- Kit de exploración odontológico.
- Tubo de ensayo milimetrado para medir saliva y recogida de muestras.

Figura 10.1: Packs pasta dental y cepillos.

Tabla 10.1: Composición Xerostom D (saliactive)© y placebo.

| Ingrediente | Placebo | Test |
|---|---|---|
| **Sorbitol** | 40% | 0% |
| **Glicerina** | 6% | 30% |
| **Lauril-Sulfato Sódico** | 1% | 0% |
| **Fluoruro Sódico** | 0,22% (995ppmF-) | 0,22% (995ppmF-) |
| **Sucralosa** | 0,080% | 0% |
| **Xilitol** | 0% | 10% |
| **Betaína** | 0% | 4% |
| **Provitamina B5 (D-Panthenol)** | 0% | 1,1% |
| **AceitedeOliva Virgen extra** | 0% | 1% |
| **Papaína** | 0% | 1% |
| **Acetato de Tocoferol** | 0% | 0,050% |

- Cuestionarios protocolizados para la realización del estudio (Castro Rodriguez, Bellido Guerrero, y Pertega Diaz, 2010; Montero-Martín, Bravo-Pérez, Albaladejo-Martínez, y Hernández-Martín, 2009; Serrano et al., 2016)

- Pack de dos tubos de pasta dental (SALIACTIVE o PLACEBO, físicamente idénticos) y cepillo dental (Swiss Premium oral care. Curaprox Ultra suave). (Laboratorio Biocosmetics). Con la siguiente composición: (Tabla 10.1) (Figura 10.1)

### 10.3.2. Método

Estudio clínico analítico prospectivo randomizado a doble ciego en el que se compara la eficacia de pasta dental con Saliactive® respecto a un placebo. Se llevó a cabo en la Clínica Odontológica Universitaria del Hospital Morales

Meseguer (Murcia) desde los meses de octubre (2015) a mayo (2016), en colaboración con la Asociación de Diabéticos de Murcia (ADIRMU) y con el laboratorio farmacéutico Biocosmetics. El protocolo fue establecido conforme a los principios propuestos en el Comité de Helsinki y fue aprobado por el Comité de Bioética de la Universidad de Murcia.

La aleatorización de la pasta dental fue realizada por un profesional del laboratorio Biocosmetics ajeno al estudio, el resultado de la randomización se proporcionó en un sobre cerrado que se abrió una vez que todos los pacientes finalizaron el estudio. Un total de 60 pacientes participaron (Figura 2), todos cumplían los siguientes criterios de inclusión:

- Mayor de 18 años de edad.
- Diagnóstico previo de Diabetes Mellitus.
- Firma de consentimiento informado.

Así mismo, se utilizaron los siguientes criterios de exclusión:

- Menores de 18 años.
- No tener un diagnóstico claro de DM .
- Embarazo o lactancia.
- Tratamiento crónico sistémico con corticoides, ciclosporina u otros inmunosupresores.
- No firmar el consentimiento informado.

El protocolo de realización del estudio se dividió en dos visitas separadas por un mes, a los 15 días se realizó una llamada telefónica de control para confirmar que estaban siguiendo las pautas necesarias. A continuación, se detalla el proceso de realización:

**Primera visita** En primer lugar, el paciente recibe la información sobre el desarrollo del estudio (Hoja de información y firma el modelo de Consentimiento Informado).

Se le informa de las complicaciones orales de la diabetes, así como de las correctas medidas de higiene que debe adoptar:

- Número de veces de cepillado.

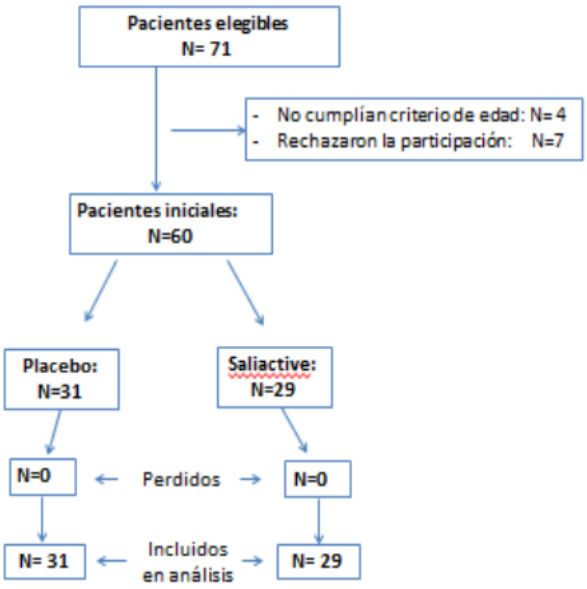


Figura 10.2: Diagrama de pacientes.

- Técnica correcta de cepillado dental (Bass modificada).
- Indicaciones de uso del producto.

Seguidamente se procedió a la recogida de datos protocolizados en los siguientes apartados:

DATOS GENERALES

- Sexo.
- Edad.
- Estado civil.
- Nivel de estudios.
- Práctica de deporte.
- Altura.
- Peso.
- Hábitos: Tabaco, alcohol.

- Higiene oral: Número de cepillados al día, utilización de seda dental y colutorios.

HISTORIA MÉDICA

- Enfermedades sistémicas.
- Medicación actual.

DIABETES

- Tiempo de evolución de la enfermedad.
- Tratamiento utilizado (ADO, Insulinoterapia, ADO+Insulina, Análogos GLP-1).
- Valores de la última hemoglobina glicosilada.

EXPLORACIÓN BUCODENTAL

- Ausencias.
- Presencia de lesiones a nivel periodontal, mucoso, y dental.
- Presencia de prótesis.
- Índice de placa O'learly.

ESCALAS VISUALES ANALÓGICAS (EVA)

- Xerostomía: El paciente califica del 0 al 10 la sensación de sequedad que siente, siendo el 0 ausencia de sequedad y el 10 una sensación "insoportable".
- Ardor: El paciente califica del 0 al 10 la sensación de ardor o quemazón. Siendo el 0 ausencia y el 10 una sensación "insoportable".

PRUEBAS FUNCIONALES DE SALIVA

- TEST DE SEVERIDAD PARA XEROSTOMÍA (Thomson y cols 1999)
- OHIP – 14sp ORAL HEALTH IMPACT PROFILE (VERSIÓN ESPAÑOLA)
- ESCALA HOSPITALARIA ANSIEDAD-DEPRESION

**Segunda visita** Se realiza un mes después de la utilización de la pasta dental, volvemos a evaluar los siguientes parámetros medidos en la primera visita.

Después se procedió a evaluar el cumplimiento del producto:

1. Correcto: (aceptable, uso real aproximado ¿80 % del previsto): Uso mínimo de 22 días.
2. Regular: (aceptable, uso real aproximado entre un 60-80 % del previsto): Entre 17-22 días
3. Insuficiente: (no aceptable, uso real aproximado ¡60 % del previsto): Uso inferior a 17 días.

En caso de abandono del producto antes de terminar el periodo de estudio se especifican las causas que le han llevado a ello.

Tras comprobar el cumplimiento del protocolo de estudio, se realiza una Escala Global de Satisfacción del paciente el cual califica el uso general en términos de beneficio como:

1. Extremadamente beneficioso: desaparición de todos o la mayoría de los síntomas
2. Beneficioso: solo persisten síntomas mínimos
3. Un poco beneficioso: alivio de algunos síntomas con poca satisfacción
4. Sin cambios: no hay cambios en los síntomas o necesita otro tratamiento
5. Perjudicial

En este punto el paciente informa de la existencia o no de efectos adversos en el tratamiento. En el caso de producirse alguno, deberá evaluarse la gravedad, relación causal, frecuencia e intensidad.

Por último, se puntúan las propiedades organolépticas (olor, sabor y textura) de la pasta dental utilizada:

1. Desagradable
2. Podría mejorar
3. Bueno

4. Muy bueno

5. Excelente

### 10.3.3. Método de análisis estadístico

Se utiliza Microsoft Office Excel 2010 para la creación de la base de datos, los cuales fueron utilizados para la comparación estadística con el programa IBM SPSS.

En primer lugar, se testó la normalidad de las variables con el test Shapiro-Wilks. Dado que el resultado fue negativo, se procedió a la transformación de las variables continuas, calculando su logaritmo neperiano. Los test de normalidad también fallaron en ese caso. Por esta razón, se escogieron test no-paramétricos (permiten el uso de variables dependientes e independientes continuas no normales, así como violaciones de homocedasticidad [igualdad de varianza entre niveles de un factor] y esfericidad para el análisis). Se optó por completarlo con los GLM (modelos lineales generalizados). El modelo fue utilizado para las variables dependientes que se pretendía estudiar en relación con las covariables medidas a lo largo del estudio.

## 10.4. Resultados

Tras comprobar que la distribución de los datos no cumplía la normalidad tuvieron que utilizarse test no paramétricos que no permiten la comparación de medias. Aun así es interesante observar los datos de las diferencias existentes entre las medias de las distintas variables en el grupo Placebo y el grupo Saliactive® que posteriormente se compararán (Tablas 10.2 y 10.3).

Debido a que los datos no admiten el uso de test paramétricos para la comparación de las diferencias de medias entre variables en la primera y segunda visita del estudio, se analizaron con el test de Wilcoxon (permite comparar una variable en diferentes momentos en el tiempo). Los resultados fueron significativos para las variables: cepillado en ambos casos (p¡0,0001); variable Learly B en ambos casos (p¡0,0001); Variable OHIP-14 en ambos casos (p¡0,044); variable EVA Xeros en ambos casos (0,0001). En el resto no se encontraron diferencias significativas entre visitas en ninguno de los dos tratamientos. Aun así, y dado que es innegable la gran influencia de covariables en este tipo de estudios, se optó por completar el análisis con Modelos Lineales Generalizados que permitieran evaluar la significación de las diferencias

Tabla 10.2: Medias de las variables del grupo SALIACTIVE en la primera y segunda visita.

| Variables estudiadas | Media 1º visita SALIACTIVE | DESVIACION ESTANDAR | Media 2º visita SALIACTIVE | DESVIACIÓN ESTANDAR |
|---|---|---|---|---|
| **CEPILLADO** | 1,52 | 0,81 | 2,31 | 0,53 |
| **O´LEARLY BLANDO** | 0,83 | 0,87 | 0,31 | 0,46 |
| **OHIP-14** | 8,59 | 12,18 | 8,55 | 9,85 |
| **TEST XEROSTOMÍA** | 21,14 | 7,45 | 19,34 | 8,44 |
| **EVA XEROSTOMÍA** | 4,31 | 3,63 | 3,84 | 3,20 |
| **DRENAJE** | 6,31 | 3,89 | 7,22 | 4,18 |
| **Nº FÁRMACOS** | 3,97 | 2,91 | 3,97 | 3,88 |

Tabla 10.3: Medias de las variables del grupo PLACEBO en la primera y segunda visita

| Variables estudiadas | Media 1º visita PLACEBO | DESVIACIÓN ESTÁNDAR | Media 2º visita PLACEBO | DESVIACIÓN ESTÁNDAR |
|---|---|---|---|---|
| **CEPILLADO** | 1,81 | 0,85 | 2,45 | 0,71 |
| **O´LEARLY BLANDO** | 0,55 | 0,65 | 0,23 | 0,41 |
| **OHIP-14** | 10,97 | 12,09 | 8,71 | 12,12 |
| **TEST XEROSTOMÍA** | 23,85 | 9,61 | 19,78 | 8,46 |
| **EVA XEROSTOMÍA** | 4,33 | 3,25 | 3,32 | 2,94 |
| **DRENAJE** | 6,33 | 3,89 | 6,17 | 3,02 |
| **Nº FÁRMACOS** | 4,81 | 3,21 | 4,94 | 3,22 |

Tabla 10.4: Presentación de las lesiones en la muestra.

| TIPO DE LESIÓN | PACIENTES | PORCENTAJE |
|---|---|---|
| **Liquen plano Oral (LPO)** | 5 | 8,33% |
| **SBA** | 4 | 6,66% |
| **Leucoplasia** | 1 | 1,66% |
| **Candidiasis** | 3 | 5% |
| **Otras (lengua geográfica, estomatitis aftosa recidivante...)** | 5 | 8,33% |
| **TOTAL** | 18 | 30% |

Tabla 10.5: Variable dependiente y covariables.

| | | N | MÍNIMO | MÁXIMO | MEDIA | Desviación Típica |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Variable Dependiente** | **LESIONES** | 60 | 0 | 5 | 0,87 | 1,589 |
| **Covariable** | **SEXO** | 60 | 1 | 2 | 1,58 | 0,497 |
| | **EDAD** | 60 | 18 | 86 | 54,42 | 18,774 |
| | **ESTUDIOS** | 60 | 0 | 3 | 1,57 | 0,767 |
| | **ALCOHOL** | 60 | 0 | 1 | 0,27 | 0,446 |
| | **TABACO** | 60 | 0 | 2 | 0,62 | 0,825 |
| | **COLUTORIOS** | 60 | 0 | 1 | 0,30 | 0,462 |
| | **IMC** | 60 | 18 | 52 | 27,86 | 5,966 |
| | **DEPORTE** | 60 | 0 | 1 | 0,42 | 0,497 |
| | **EST.CIVIL** | 60 | 0 | 3 | 0,85 | 0,606 |
| | **T.DIABETES** | 60 | 1 | 2 | 1,73 | 0,446 |

entre tratamientos teniendo en cuenta dichas covariables respondiendo a los objetivos del estudio.

### 10.4.1. Valorar cantidad y tipo de lesiones que presentan pacientes diabéticos

El 30 % (18 pacientes) presentan lesiones. De este 30 %: 8,33 % liquen plano oral, 6,6 % SBA, 1,66 % leucoplasia, 5 % candidiasis y 8,33 % otras lesiones. Todos los pacientes que presentaron lesiones padecían DM2 (Tabla 10.4)

No se encontraron diferencias significativas en el tratamiento de las lesiones de los pacientes tratados con Saliactive® respecto a los tratados con placebo, teniéndose en cuenta las covariables expuestas (Tabla 10.5).

Se realizan las comparaciones por pares de las medias estimadas basadas en la escala original de la variable dependiente Lesiones (Tabla 10.6), obteniéndose los resultados no significativos: P¡0,638 (Tabla 10.7).

Tabla 10.6: Comparación por pares entre Tratamientos para la variable lesiones.

| | | | | | | Intervalo de confianza | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **(I)TTº** | **(J)TTº** | **Diferencia medias (I-J)** | **Tip error** | **gl** | **Sig** | **Inferior** | **Superior** |
| **0** | 1 | -0,19 | 0,406 | 1 | 0,638 | -0,99 | 0,60 |
| **1** | 0 | 0,19 | 0,406 | 1 | 0,638 | -0,60 | 0,99 |

Tabla 10.7: Resultados prueba global.

| **Chi-cuadrado de Wald** | **gl** | **Sig.** |
|---|---|---|
| **0,222** | 1 | 0,638 |

### 10.4.2. Valorar prácticas de cepillado tras la primera visita del estudio

El 6,66 % no se cepillaban los dientes, el 35 % 1 vez al día, el 41,66 % 2 veces al día y el 16,66 % 3 veces al día o más (Tabla 10.8).

El 58,33 % aumentó las prácticas de cepillado tras la primera visita del estudio: 33,33 (1-2 veces), 13,33 (2-3 veces), 5 % (1-3 veces), 6,66 % (0-2 veces) (Tabla 10.9).

Por tanto, en la segunda visita encontramos: 0 % no se cepillaban, 0 % 1 vez, 65 % 2 veces, 35 % 3 veces o más (Tabla 10.10).

Se compararon los datos de prácticas de cepillado en el grupo PLACEBO y en el grupo SALIACTIVE® teniendo en cuenta la influencia de las covariables (Tabla 10.11).

Se realizan las comparaciones por pares de las medias estimadas basadas en la escala original de la variable dependiente: Cepillado (Tabla 10.12) Obteniéndose los resultados no significativos entre grupos. P¡0,386 (tabla 10.13)

Tabla 10.8: Prácticas de cepillado en primera visita.

| **HÁBITO CEPILLADO** | **PACIENTES** | **PORCENTAJE** |
|---|---|---|
| **0 VECES** | 4 | 6,66% |
| **1 VEZ** | 21 | 35% |
| **2 VECES** | 25 | 41,66% |
| **3 VECES O MÁS** | 10 | 16,66% |

Tabla 10.9: Incremento de cepillado en la segunda visita.

| HÁBITOS CEPILLADO | PACIENTES | PORCENTAJE |
|---|---|---|
| **DE 1 A 2 VECES** | 20 | 33,3% |
| **DE 2 A 3 VECES** | 8 | 13,33% |
| **DE 1 A 3 VECES** | 3 | 5% |
| **DE 0 A 2 VECES** | 4 | 6,6% |
| **TOTAL** | 35 | 58,33% |

Tabla 10.10: Cepillado en la segunda visita.

| HÁBITO CEPILLADO | PACIENTES | PORCENTAJE |
|---|---|---|
| **0 VECES** | 0 | 0% |
| **1 VEZ** | 0 | 0% |
| **2 VECES** | 39 | 65% |
| **3 VECES O MÁS** | 21 | 35% |

Tabla 10.11: Variable dependiente y covariables.

| | | N | MÍNIMO | MÁXIMO | MEDIA | Desviación Típica |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Variable Dependiente** | **CEPILLADO** | 60 | 2 | 5 | 2,38 | 0,640 |
| **Covariable** | **SEXO** | 60 | 1 | 2 | 1,58 | 0,497 |
| | **EDAD** | 60 | 18 | 86 | 54,42 | 18,774 |
| | **ESTUDIOS** | 60 | 0 | 3 | 1,57 | 0,767 |
| | **ALCOHOL** | 60 | 0 | 1 | 0,27 | 0,446 |
| | **TABACO** | 60 | 0 | 2 | 0,62 | 0,825 |
| | **COLUTORIOS** | 60 | 0 | 1 | 0,30 | 0,462 |
| | **IMC** | 60 | 18 | 52 | 27,86 | 5,966 |
| | **DEPORTE** | 60 | 0 | 1 | 0,42 | 0,497 |
| | **EST.CIVIL** | 60 | 0 | 3 | 0,85 | 0,606 |
| | **T.DIABETES** | 60 | 1 | 2 | 1,73 | 0,446 |

Tabla 10.12: Comparaciones por pares entre tratamientos y cepillado.

| | | | | | | Intervalo de confianza | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **(I)TTº** | **(J)TTº** | **Diferencia medias (I-J)** | **Tip error** | **gl** | **Sig** | **Inferior** | **Superior** |
| **0** | 1 | 0,14 | 0,163 | 1 | 0,386 | -0,18 | 0,46 |
| **1** | 0 | -0,14 | 0,163 | 1 | 0,386 | -0,46 | 0,18 |

Tabla 10.13: Resultados prueba global.

| Chi- cuadrado de Wald | gl | Sig. |
|---|---|---|
| **0,751** | 1 | 0,386 |

Tabla 10.14: Variable dependiente y covariables.

| | | N | MÍNIMO | MÁXIMO | MEDIA | Desviación Típica |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Variable Dependiente** | **O´Learly Blando** | 60 | 0 | 1 | 0,27 | 0,446 |
| **Covariable** | **SEXO** | 60 | 1 | 2 | 1,58 | 0,497 |
| | **EDAD** | 60 | 18 | 86 | 54,42 | 18,774 |
| | **ESTUDIOS** | 60 | 0 | 3 | 1,57 | 0,767 |
| | **ALCOHOL** | 60 | 0 | 1 | 0,27 | 0,446 |
| | **TABACO** | 60 | 0 | 2 | 0,62 | 0,825 |
| | **COLUTORIOS** | 60 | 0 | 1 | 0,30 | 0,462 |
| | **IMC** | 60 | 18 | 52 | 27,86 | 5,966 |
| | **DEPORTE** | 60 | 0 | 1 | 0,42 | 0,497 |
| | **EST.CIVIL** | 60 | 0 | 3 | 0,85 | 0,606 |
| | **T.DIABETES** | 60 | 1 | 2 | 1,73 | 0,446 |

Tabla 10.15: Comparación de pares entre tratamientos y variable dependiente.

| | | | | | | **Intervalo de confianza** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **(I)TTo** | **(J)TTo** | **Diferencia medias (I-J)** | **Tip error** | **gl** | **Sig** | **Inferior** | **Superior** |
| 0 | 1 | -0,08 | 0,144 | 1 | 0,457 | -0,31 | 0,14 |
| 1 | 0 | -0,08 | 0,144 | 1 | 0,457 | -0,14 | 0,31 |

### 10.4.3. Valorar índice de placa O'Learly tras la utilización de SALIACTIVE en comparación con PLACEBO

Se analizan los índices de placa de O'Learly (depósitos blandos) en relación con el resto de covariables (Tabla 10.14)

Tras realizar las estimaciones de los parámetros a estudiar; Se realizan las comparaciones por pares de las medias estimadas basadas en la escala original de la variable dependiente: Learly blando. (Tabla 10.15) Obteniéndose resultados no significativos. P¡0,457 (Tabla 10.16)

Tabla 10.16: Resultados prueba global.

| **Chi- cuadrado de Wald** | **gl** | **Sig.** |
|---|---|---|
| **0,553** | 1 | 0,457 |

Tabla 10.17: Variable dependiente y covariables.

| | | N | MÍNIMO | MÁXIMO | MEDIA | Desviación Típica |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Variable Dependiente** | **O´Learly Blando** | 60 | 0 | 45 | 8,63 | 11,103 |
| **Covariable** | **SEXO** | 60 | 1 | 2 | 1,58 | 0,497 |
| | **EDAD** | 60 | 18 | 86 | 54,42 | 18,774 |
| | **ESTUDIOS** | 60 | 0 | 3 | 1,57 | 0,767 |
| | **ALCOHOL** | 60 | 0 | 1 | 0,27 | 0,446 |
| | **TABACO** | 60 | 0 | 2 | 0,62 | 0,825 |
| | **COLUTORIOS** | 60 | 0 | 1 | 0,30 | 0,462 |
| | **IMC** | 60 | 18 | 52 | 27,86 | 5,966 |
| | **DEPORTE** | 60 | 0 | 1 | 0,42 | 0,497 |
| | **EST.CIVIL** | 60 | 0 | 3 | 0,85 | 0,606 |
| | **T.DIABETES** | 60 | 1 | 2 | 1,73 | 0,446 |

Como se puede observar la diferencia entre medias es muy pequeña. Los depósitos duros no variaron en ningún caso después de la utilización de Saliactive®, ya que no sería suficiente el cepillado para eliminarlos.

### 10.4.4. Valorar la mejora de la calidad de vida oral (OHIP-14) tras la utilización de SALIACTIVE.

Se analiza la calidad de vida oral a través del OHIP-14 en relación con las covariables que se muestran tras la utilización de Saliactive y placebo. (Tabla 10.17)

Tras realizar las estimaciones de los parámetros a estudiar; Se realizan las comparaciones por pares de las medias estimadas basadas en la escala original de la variable dependiente: OHIP-14. (Tabla 10.18) Obteniéndose los resultados no significativos. P¡0,956 (Tabla 10.19)

Tabla 10.18: Comparación de pares entre tratamientos y variable dependiente OHIP-14.

| | | | | | | Intervalo de confianza | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **(I)TTº** | **(J)TTº** | **Diferencia medias (I-J)** | **Tip error** | **gl** | **Sig** | **Inferior** | **Superior** |
| 0 | 1 | -0,16 | 2,844 | 1 | 0,956 | -5,42 | 5,73 |
| 1 | 0 | -0,16 | 2,844 | 1 | 0,956 | -5,73 | 5,42 |

Tabla 10.19: Resultados prueba global.

| **Chi- cuadrado de Wald** | **gl** | **Sig.** |
|---|---|---|
| **0,03** | 1 | 0,956 |

### 10.4.5. Valorar xerostomía tras la utilización de SALIACTIVE

Se analiza la Xerostomía a través test sequedad (Tablas 10.20 y 10.20) EVA xeros (Tablas 10.22 y 10.23) y drenaje (Tablas 10.24 y 10.25), en relación con las mismas covariables que en los apartados anteriores tras la utilización de Saliactive y placebo. En ninguno de los tres casos se obtuvieron resultadossignificativos: P¡0,879/ p¡0,515/ p¡281 respectivamente.

En las tablas 10.3 y 10.4 de medias por sesiones se observa como en el grupo SALIACTIIVE® disminuye la sensación de xerostomía y aumenta el drenaje, sin embargo en el grupo PLACEBO disminuye la sensación de Xerostomía y también el drenaje. Aun así estas diferencias no son significativas entre grupos.

Tabla 10.20: Comparación de pares entre tratamientos y variable dependiente Test Xerostomía.

| | | | | | | Intervalo de confianza | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **(I)TTº** | **(J)TTº** | **Diferencia medias (I-J)** | **Tip error** | **gl** | **Sig** | **Inferior** | **Superior** |
| 0 | 1 | -0,33 | 2,183 | 1 | 0,879 | -3,95 | 4,61 |
| 1 | 0 | -0,33 | 2,183 | 1 | 0,879 | 4,61 | 3,95 |

Tabla 10.21: Resultados prueba global.

| Chi- cuadrado de Wald | gl | Sig. |
|---|---|---|
| **0,23** | 1 | 0,879 |

Tabla 10.22: Comparación de pares entre tratamientos y variable dependiente.

| | | | | | | Intervalo de confianza | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **(I)TTo** | **(J)TTo** | **Diferencia medias (I-J)** | **Tip error** | **gl** | **Sig** | **Inferior** | **Superior** |
| 0 | 1 | -0,52 | 0,802 | 1 | 0,515 | -2,09 | 1,05 |
| 1 | 0 | 0,52 | 0,802 | 1 | 0,515 | -1,05 | 2,09 |

Tabla 10.23: Resultados prueba global EVA Xeros.

| Chi- cuadrado de Wald | gl | Sig. |
|---|---|---|
| **0,424** | 1 | 0,515 |

Tabla 10.24: Comparación de pares entre tratamientos y variable dependiente Drenaje.

| | | | | | | Intervalo de confianza | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **(I)TTo** | **(J)TTo** | **Diferencia medias (I-J)** | **Tip error** | **gl** | **Sig** | **Inferior** | **Superior** |
| 0 | 1 | -1,05 | 0,976 | 1 | 0,281 | -2,97 | 0,86 |
| 1 | 0 | 1,05 | 0,976 | 1 | 0,281 | -0,86 | 2,97 |

Tabla 10.25: Resultados prueba global Drenaje.

| Chi- cuadrado de Wald | gl | Sig. |
|---|---|---|
| **1,164** | 1 | 0,281 |

Tabla 10.26: Pacientes LPO y beneficio SALIACTIVE® vs placebo.

| TTO | PACIENTES | BENEFICIO |
|---|---|---|
| SALIACTIVE | 3 | 1 |
| PLACEBO | 2 | 0 |

Tabla 10.27: Pacientes SBA y beneficio SALIACTIVE®.

| TTO | PACIENTES | BENEFICIO |
|---|---|---|
| SALIACTIVE | 3 | 1 |
| PLACEBO | 1 | 0 |

### 10.4.6. Valorar síntomas subjetivos inespecíficos de SBA y LPO tras utilización de SALIACTIVE®

De los 5 pacientes que presentaban LPO 3 pacientes probaron Saliactive® mientras que 2 de ellos placebo. Solo uno de los pacientes consideró como beneficioso el tratamiento, mientras que los que utilizaron placebo no lo percibieron como beneficioso en ningún caso. (Tabla 10.26)

De los 4 pacientes que presentaban SBA: 3 obtuvieron Saliactive® y 1 Placebo; de los tres que obtuvieron el tratamiento tan sólo 1 consideró su uso beneficioso. (Tabla 10.27)

### 10.4.7. Comprobar la influencia del número de fármacos en la mejora o no de los síntomas

Se comprueba la influencia del número de fármacos en la mejoría o no tras el uso de Saliactive® y Placebo, teniendo en cuenta las covariables medidas: (Tabla 10.28)

Tras realizar las estimaciones de los parámetros a estudiar; Se realizan las comparaciones por pares de las medias estimadas basadas en la escala original de la variable dependiente: Nº fármacos. (Tabla 10.29) Obteniéndose los resultados no significativos. (Tabla 10.30)

Tabla 10.28: Variable dependiente y covariables.

| | | N | MÍNIMO | MÁXIMO | MEDIA | Desviación Típica |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Variable Dependiente** | **O´Learly Blando** | 60 | 1 | 12 | 4,50 | 3,122 |
| **Covariable** | **SEXO** | 60 | 1 | 2 | 1,58 | 0,497 |
| | **EDAD** | 60 | 18 | 86 | 54,42 | 18,774 |
| | **ESTUDIOS** | 60 | 0 | 3 | 1,57 | 0,767 |
| | **ALCOHOL** | 60 | 0 | 1 | 0,27 | 0,446 |
| | **TABACO** | 60 | 0 | 2 | 0,62 | 0,825 |
| | **COLUTORIOS** | 60 | 0 | 1 | 0,30 | 0,462 |
| | **IMC** | 60 | 18 | 52 | 27,86 | 5,966 |
| | **DEPORTE** | 60 | 0 | 1 | 0,42 | 0,497 |
| | **EST.CIVIL** | 60 | 0 | 3 | 0,85 | 0,606 |
| | **T.DIABETES** | 60 | 1 | 2 | 1,73 | 0,446 |

Tabla 10.29: Comparaciones por pares de variable dependiente y tratamientos.

| | | | | | | **Intervalo de confianza** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **(I)TTo** | **(J)TTº** | **Diferencia medias (I-J)** | **Tip error** | **gl** | **Sig** | **Inferior** | **Superior** |
| 0 | 1 | 0,90 | 0,791 | 1 | 0,255 | -0,65 | 2,45 |
| 1 | 0 | -0,90 | 0,791 | 1 | 0,255 | -2,45 | 0,65 |

Tabla 10.30: Resultados prueba global.

| **Chi- cuadrado de Wald** | **gl** | **Sig.** |
|---|---|---|
| **1,297** | 1 | 0,255 |

Tabla 10.31: Uso y beneficio Saliactive® vs Placebo.

| TTO | Total pacientes | Pacientes beneficio | Porcentaje |
|---|---|---|---|
| **PLACEBO** | 31 | 12 | 38,70% |
| **SALIACTIVE** | 29 | 16 | 55,17% |

Tabla 10.32: Uso y beneficio Saliactive® vs placebo en pacientes con lesiones.

| TTO | PACIENTES TOTALES | PACIENTES BENEFICIO | PORCENTAJE |
|---|---|---|---|
| **PLACEBO** | 8 | 3 | 37,5% |
| **SALIACTIVE** | 10 | 4 | 40% |

### 10.4.8. Evaluación subjetiva de pasta dental por el paciente.

De todos los participantes del estudio 31 recibieron placebo y 29 Saliactive®; de los que utilizaron placebo 12 calificaron el uso del producto como beneficioso, mientras que de los que utilizaron Saliactive® 16 calificaron como beneficioso su uso. (Tabla 10.31)

De los 18 pacientes que presentaron lesiones: 8 fueron tratados con placebo y 10 fueron tratados con Saliactive®. 3 pacientes de los tratados con placebo consideraron el tratamiento como beneficioso, mientras que en los tratados con Saliactive® encontramos 4 pacientes que consideran beneficioso el tratamiento. (Tabla 10.32)

En cuanto a las propiedades organolépticas de la pasta, la media de Saliactive® se situó un poco más alta que la de placebo (3,4 y 3,1) respectivamente, lo que significa que los pacientes califican sus propiedades como buenas y agradables.

## 10.5. Discusion

Atendiendo a los diferentes objetivos fijados y respecto a los resultados obtenidos, conviene tratar con más profundidad algunos aspectos en relación con la literatura actual. Como se ha visto en el apartado anterior, un 30 % de pacientes de la muestra del estudio presentaban lesiones, curiosamente todos los pacientes con alguna lesión de las ya descritas padecían DM2. Este

aspecto contrasta con los resultados obtenidos en otros estudios en los que se encuentran diferencias significativas en pacientes con DM 2 respecto a grupo control, presentando estos, más lesiones mucosas que pacientes sanos, por otro lado, dentro de los pacientes con DM 2 los que tenían una glucemia peor controlada mostraban mayor cantidad de lesiones. (Al-Maweri, Ismail, Ismail, y Al-Ghashm, 2013, p44.) En nuestro caso no se han encontrado diferencias significativas en cuanto al control de la glucemia entre tipos de diabetes. Aunque en general los pacientes diabéticos tipo 2 presentaban menor preocupación por el control de su enfermedad. Aun que son numerosos los autores que corroboran la presencia de lesiones orales potencialmente malignas en relación la Diabetes Mellitus(Meisel, Michael, Birte, Holtfreter, 2010, p1231; Starzyńska et al., 2014, p349) otros estudios como el de Mohsing, no encuentran esa asociación, aunque sí encuentran relación con otras entidades benignas como candidiasis, lengua geográfica, o estomatitis aftosa recidivante (Moshing et al., 2014, p718) presentes también en nuestra muestra. Los hábitos de higiene oral en los pacientes de la muestra obtenida demostraron ser bastante pobres, el 6,66 % de los pacientes no se cepillaban los dientes, el 35 % tan sólo 1 vez al día, el 41,66 % dos veces al día y el 15 % 3 veces o más. Por otro lado, aunque son conocidas las capacidades irritativas del lauril sulfato sódico se afirma que en formulaciones adecuadas con pequeñas cantidades su uso es seguro y depende tanto de la concentración utilizada como de la zona y método de aplicación. (Mehling et al., 2010,p 163; Turkoglu y Sakr, 1999, p381) Sin embargo en personas con predisposición a desarrollar lesiones dermatológicas o mucosas su uso podría ser perjudicial. En nuestro estudio su eliminación no demostró tener influencias positivas en los pacientes que presentaban lesiones. Del mismo modo tampoco se obtuvieron influencias negativas puesto que no se desarrollaron lesiones en pacientes que no las presentaban ni empeoraron los que las tenían. Quizá para valorar la agresión a la mucosa de este compuesto habría que prolongar el estudio durante más tiempo. Debido a las repercusiones orales de la DM explicadas anteriormente, este tipo de pacientes debería presentar unos hábitos de higiene oral exhaustivos y más exigentes que la población que no la padece. En general, los hábitos encontrados en el estudio diferían mucho de lo necesario para prevenir complicaciones orales y sistémicas, así como mantener una buena salud bucodental. La mayoría de los pacientes desconocía las técnicas de cepillado, y las repercusiones orales de su enfermedad teniendo la percepción de la boca como un elemento separado del resto del cuerpo. Después de dedicar el tiempo necesario a explicarles por qué la diabetes afecta a su cavidad oral y la importancia que tienen los hábitos de higiene para su salud, así como para corroborar la eficacia o no de una pasta dental específica para ellos, todos mostraron una muy buena respuesta aumentando el núme-

ro de veces de cepillado: 33,33 % (1-2 veces), 13,33 % (2-3 veces), 5 % (1-3 veces), 6,66 % (0-2 veces). Por tanto, en la segunda visita encontramos: 0 % (0 veces), 0 % (1 vez) 65 % (2 veces), 35 % (3 veces o más). Es decir, todos los pacientes se cepillaban 2 veces o más después de recibir la información necesaria sobre la importancia de medidas de higiene oral. Debemos resaltar que en general la diabetes aumenta su prevalencia con la edad, mientras que la calidad y cantidad de hábitos de higiene oral disminuyen debido al aumento afecciones como demencia, depresión, ansiedad... por tanto debe ser una variable a tener en cuenta en este aspecto. En nuestro caso no se han encontrado diferencias significativas en prácticas de cepillado y edad ya que todos los participantes asumieron como esencial para el desarrollo del estudio cepillarse un mínimo de 2 veces al día. En cualquier caso y con independencia de la edad, los resultados obtenidos en este punto ponen de manifiesto la importancia de los programas de prevención e información destinados a la educación del paciente en los diferentes aspectos que pueden empobrecer su calidad de vida oral. Los índices de placa de O'Learly para depósitos blandos disminuyeron notablemente, aunque no se encuentran diferencias significativas entre el placebo y Saliactive®, este hecho puede estar influido por el aumento del cepillado expuesto anteriormente, que como ya se sabe, es el factor más influyente en la eliminación de depósitos blandos y desestructuración de placa dental, con independencia de la pasta dental utilizada. Para valorar la eficacia real de la actividad antimicrobiana de Saliactive® sería necesario un análisis específico de la flora oral. Algunos autores han realizado estudios para comprobar la efectividad de pastas dentales con aceite de oliva, xilitol y betaína (Xerostom®), obteniendo resultados significativos y favorables respecto a las propiedades de estos tres componentes para mejorar la sensación de boca seca incluso estimular la secreción de saliva. Al obtener la mejora en este aspecto los pacientes incrementan su calidad de vida oral y disminuyen niveles de ansiedad. Por otra parte no se encuentran efectos secundarios derivados del uso de Xerostom® respecto a otros productos utilizados por los pacientes para paliar la xerostomía.(Ship et al., 2007, p728) Los resultados obtenidos en este aspecto en nuestro estudio, no muestran diferencias significativas entre el tratamiento placebo y Saliactive®; puede estar influenciado por el hecho de que tan sólo un 8,33 % de los pacientes presentaba criterios de hiposalia; sin embargo un 41,66 % refería una sensación de xerostomía mayor a 5 puntos en la EVA. Esto puede deberse a que la edad media de la muestra es de 54,61 años; es decir, es una muestra relativamente joven en la que la mayoría seguirá teniendo activas las glándulas salivales y por el momento no refieren molestias en este aspecto. No se encontraron diferencias significativas entre la mejora producida por el placebo y por Saliactive®. Tampoco se han encontrado diferencias significativas entre

el beneficio considerado por los pacientes que utilizaron placebo y los que utilizaron Saliactive®. Por otro lado, y en concordancia con el estudio mencionado, ningún participante refirió ningún efecto secundario derivado de la utilización de Saliactive® por lo que su uso parece ser seguro. Debido a las propiedades antiinflamatorias, antimicrobianas y cicatrizantes de la betaína, el aceite de oliva y la provitamina B5 y atendiendo al resultado positivo de otros estudios en los que se utilizaron carotenos con vitamina A y aceite de oliva virgen para el tratamiento de SBA(Cano-Carrillo, Pons-Fuster, & López-Jornet, 2014, p303) se procedió a valorar los síntomas de ardor y molestia presentados por los pacientes que padecían estas dos patologías. No se encontraron diferencias significativas entre los pacientes que utilizaron placebo y los que usaron Saliactive®. Aun así, para valorar esta variable sería necesario realizar un estudio específico ampliando la muestra con SBA, LPO y DM para comprobar la eficacia real en este sentido. En la actualidad es evidente que cierto tipo de fármacos utilizados de manera habitual por los pacientes producen disfunción de las glándulas salivales produciendo sequedad oral lo que facilita irritaciones, alteraciones del gusto, y sensaciones de ardor o molestia. En nuestro caso no se encontraron diferencias significativas en cuanto a la influencia del número de fármacos en relación con la respuesta al tratamiento. Quizá pueda deberse a uno de los motivos mencionados anteriormente, la muestra tiene una edad media relativamente joven con lo que la mayoría de los pacientes no tomaban gran cantidad de fármacos y tan solo el 8,33 % refería presentaba criterios objetivos de hiposalia con lo que tendría sentido pensar que en la muestra estudiada no es un factor determinante. En general a pesar de no obtener resultados significativos en ninguna variable, más de un 50 % de los pacientes que utilizaron Saliactive® calificaron este uso con algún grado de beneficio, y fueron bien valoradas las propiedades organolépticas, situándose como buenas en cuanto olor, sabor y textura. Como ya se expuso la DM es una enfermedad multifactorial que requiere un amplio control de variables para realizar estudios que consigan esclarecer la relación entre los distintos factores; por ello es necesario plantear una muestra controlada y específica para los factores que se quieran medir, intentando evitar la influencia de variables perturbadoras que puedan influir y sesgar los resultados reales. Para estudios posteriores se sugiere, aumento del tamaño muestral y mayor tiempo de seguimiento en el uso del tratamiento. Así como la adecuación de la muestra para conseguir un modelo de estudio más amplio, estudios específicos para valorar Saliactive® en SBA y LPO y utilización de análisis microbiológico para evaluar efecto antimicrobiano. En general a pesar de no poder demostrar la eficacia clínica de Saliactive® respecto a placebo los pacientes consideraron beneficioso su uso. Calificándolo como una buena pasta dental en cuanto a sus propiedades organolépticas.

## 10.6. Conclusiones

SALIACTIVE® mejoró la sintomatología y redujo el índice de placa sin diferencias estadísticamente significativas entre grupos. Por otro lado, se comprobó la utilidad de los métodos de información y educación para la salud empleados en la primera visita orientados a la mejora de técnicas de higiene a oral. Se consiguió el aumento notable de prácticas de cepillado dental.

## 10.7. Referencias

Al-Maweri, S., Ismail, N., Ismail, A., y Al-Ghashm, A. (2013). Prevalence of Oral Mucosal Lesions in Patients with Type 2 Diabetes Attending Hospital Universiti Sains Malaysia. Malays J Med Sci, 20(4), 39–46. Albert, D., Ward, A., Allweiss, P., Graves, D., Knowler, W., Kunzel, C., y Lalla, E. (2012). Diabetes and oral disease: implications for health professionals. Ann N Y Acad Sci., (1255), 1–15.

American Diabetes Association. (2014). Diagnosis and Classi fi cation of Diabetes Mellitus, Diabetes Care 37(January), 81–90.

Cano-Carrillo, P., Pons-Fuster, A., y López-Jornet, P. (2014). Efficacy of lycopene-enriched virgin olive oil for treating burning mouth syndrome: A double-blind randomised. Journal of Oral Rehabilitation, 41(4), 296–305.

Castro Rodriguez, P., Bellido Guerrero, D., y Pertega Díaz, S. (2010). Elaboración y validación de un nuevo cuestionario de hábitos alimentarios para pacientes con sobrepeso y obesidad. Endocrinologia Y Nutricion, 57(4), 130–139.

American Diabetes Association. (2010). Standards of medical care in diabetes-2010. Diabetes Care, 33(Supl. 1), 11-61.

Perera Soriano L. y Velasco de Pablos P. (2007). Epidemiología de la diabetes mellitus. Endocrinol Nutr, 54(Supl 3), 2–7.

Lima, D., Carneiro, S., Barbosa, F., Saintrain, M., Moizan, J., y Doucet, J. (2017). Salivary flow and xerostomia in older patients with type 2 diabetes mellitus. PLoS ONE, 12(8), 1–9.

Lima, S., Grisi, D., Kogawa, E. M., Franco, O. L., Peixoto, V., Gonçalves-Júnior, J. F. y Rezende, T. (2013). Diabetes mellitus and inflammatory pulpal and periapical disease: A review. International Endodontic Journal, 46(8), 700–709.

Loffredo, L., Perri, L., Nocella, C., y Violi, F. (2017). Antioxidant and antiplatelet activity by polyphenol-rich nutrients: focus on extra virgin olive oil and cocoa. British Journal of Clinical Pharmacology, 83(1), 96–102.

Mehling, A., Chkarnat, C., Degwert, J., Ennen, J., Fink, E., Matthies, W., y Wilhelm, K. (2010). Interlaboratory studies with a proposed patch test design to evaluate the irritation potential of surfactants. Contact Dermatitis, 62(3), 157–164.

Meisel P, Michael D, Birte W, y Holtfreter M,.(2010). Association Between Glycemia , Serum Lipoproteins , and the Risk of Oral. Clinical Chemistry, 33(6), 1230–1232.

Montero-martín, J., Bravo-pérez, M., Albaladejo-martínez, A., y Hernández-martín, L. A. (2009). Validation the Oral Health Impact Profile ( OHIP-14sp ) for adults in Spain.Med Oral Patol Oral Cir Bucal, 1(14), 44-50.

Sandler, C. N., y McDonnell, M. E. (2016). The role of hemoglobin A1c in the assessment of diabetes and cardiovascular risk. Cleveland Clinic Journal of Medicine, 83(5 Suppl 1), S4–S10.

Serrano, C., Fariña, M. P., Pérez, C., Fernández, M., Forman, K., y Carrasco, M. (2016). Translation and validation of a Spanish version of the xerostomia inventory. Gerodontology, 33(4), 506–512.

Moshing, SH. (2014). Prevalence of oral mucosal alterations in type 2 diabetes mellitus patients attending a diabetic center.Pak J Med Sci, 30(4), 716–719.

Ship, J. A., McCutcheon, J. A., Spivakovsky, S., y Kerr, A. R. (2007). Safety and effectiveness of topical dry mouth products containing olive oil, betaine, and xylitol in reducing xerostomia for polypharmacy-induced dry mouth. Journal of Oral Rehabilitation, 34(10), 724–732.

Smriti, K., Pai, K. M., Ravindranath, V., y Pentapati, K. C. (2016). Role of salivary malondialdehyde in assessment of oxidative stress among diabetics. Journal of Oral Biology and Craniofacial Research, 6(1), 42–45.

Soriguer, F., Goday, A., y Bordiú, E. (2012). Prevalence of diabetes mellitus and impaired glucose regulation in Spain: the Di@bet.es Study, 88–93.

Starzyńska, A., Pawłowska, A., Renkielska, D., Michajłowski, I., Sobjanek, M., y Błazewicz, I. (2014). Oral premalignant lesions: Epidemiological and clinical analysis in the northern Polish population. Postepy Dermatologii I Alergologii, 31(6), 341–350.

Teeuw, W. J., Gerdes, V. E. A., y Loos, B. G. (2010). Effect of Periodontal Treatment on Glycemic Control of Diabetic Patients: A systematic review

and meta-analysis. Diabetes Care, 33(2), 421–427.

Turkoglu, M., y Sakr, a. (1999). Evaulation of irritation potential of surfactant mixtures. International Journal of Cosmetic Science, 21(6), 371–82.

# Capítulo 11

# Comparativa nutricional de harinas no tradicionales aplicadas en pastelería

# Comparativa nutricional de harinas no tradicionales aplicadas en pastelería

Alfonso Marín García
fonsmarin@gmail.com

María Soledad Prats Moya
maria.prats@ua.es

Salvador Maestre Pérez
salvador.maestre@ua.es

Raquel Sánchez Romero
r.sanchez@ua.es

Dpto. de Química Analítica, Nutrición y Bromatología
Facultad de Ciencias
Universidad de Alicante

**Resumen:** Se ha determinado la composición nutricional en algunos componentes de diversos tipos de harina de origen vegetal (y también animal) diferentes a la de trigo, ya que en la actualidad se está cambiando el uso de harinas tradicionales por otras tratando de tener en cuenta algunas alergias e intolerancias alimentarias. Además de la composición nutricional, se ha evaluado la aceptación sensorial de estas harinas mediante una prueba sensorial con galletas de mantequilla. La harina de origen vegetal con mayor aceptación ha sido la de castaña, debido a su composición nutricional y la aceptación tras realizar un análisis sensorial. Respecto a las harinas de origen animal, la que mejor resultados nutricionales ha obtenido ha sido la harina de lombriz ya que es una gran fuente de proteínas, hidratos de carbono y baja en grasas, por lo que en un futuro podrá ser una gran fuente de alimentación por sus cualidades nutricionales.

**Palabras clave:** Harina, Castaña, Garbanzo, Eisenia foetida, Hermetia illucens, Análisis sensorial.

## 11.1. Introducción

Los hábitos alimentarios han variado a lo largo de la historia debido a nuestro tipo de vida, climatología, falta de recursos e incluso por la aparición de nuevas alergias e intolerancias. Es por ello, que sobre todo en países desarrollados donde se consume gran cantidad de cereales refinados en los últimos años se ha despertado una inquietud por consumir cereales menos refinados o bien fuentes alternativas de cereales con objeto de evitar los problemas que causan a un sector de la población estos alimentos con alto índice glucémico y bajo contenido en otros nutrientes. Seguidamente, se mencionarán algunas harinas que se pueden utilizar como sustitutas de las harinas de cereales convencionales y la forma de obtención.

### 11.1.1. Harinas de origen vegetal y forma de obtención

La elaboración de la harina se inicia con la limpieza de la materia prima para eliminar impurezas. La siguiente fase es el acondicionamiento, que consiste en sumergir la materia prima en agua entre 3 y 24 horas, hasta que alcanzan una humedad del 15-17 % para separar las diferentes capas de la materia prima. Se continúa con la molienda de esta última para reducir el tamaño de las partículas mediante fuerzas de presión y de cizalla.

La composición nutricional de la harina vegetal depende del grado de extracción (cantidad de harina obtenida a partir de 100 kg de cereal); así a medida que aumenta el grado de extracción disminuye la proporción de almidón y aumenta el contenido en componentes de las envolturas del cereales o leguminosas, como minerales, vitaminas y fibra alimentaria (I Astiasaran, 1999).

#### Harina de garbanzo

Cicer arietinum es un tipo de leguminosa cuya harina se utiliza como alternativa sin gluten para rebozar todo tipo de alimento. Igualmente, existen varios estudios en la literatura que se centran en la incorporación de harina de garbanzos a la receta básica de diversos productos de panadería tales como pasteles, galletas, pasta, pan, productos de aperitivo y rellenos para repostería (Alifakı & Şakıyan, 2017). Es una legumbre con bajo contenido en grasa y sodio; además, es rica en proteína, no contiene colesterol y presenta un índice glucémico bajo (Alifakı & Şakıyan, 2017; "USDA Food Composition Databases," n.d.).

### Harina de chufa

La chufa (Cyperus esculentus L.) es un tubérculo rico en hidratos de carbono (19 %), lípidos (7 %), fibra, minerales (potasio, fósforo y calcio) y vitaminas E y C ("USDA Food Composition Databases," n.d.). Este tubérculo contiene todos los aminoácidos esenciales que la FAO/OMS (WHO, 2003) recomienda. En España, tradicionalmente, el uso de la chufa ha sido para obtener "horchata de chufa". La horchata es una bebida vegetal no alcohólica y refrescante que se consume principalmente en época estival, la chufa es también utilizada para realizar más subproductos en muchos países.

### Harina de algarroba

Las vainas de la fruta de algarroba se han utilizado como materia prima para la producción de goma de garrofín, que es un aditivo alimentario que se utiliza como agente espesante. Debido a su dulzor y sabor similar al chocolate, la harina se ha utilizado ampliamente en la región mediterránea como sustituto del cacao para la producción de dulces, galletas, y bebidas (Biner, Gubbuk, Karhan, Aksu, & Pekmezci, 2007). Además, la ventaja de usar polvo de algarroba como sustituto de cacao es que no contiene alcaloides tipo cafeína ni teobromina. La harina de la algarroba se caracteriza por contener azúcares (alrededor de 40-50 %, principalmente sacarosa) y contener un bajo porcentaje de proteínas (3-4 %) y lípidos (0,4-0,8 %) (Seczyk, Świeca, & Gawlik-Dziki, 2016). Por otra parte, las vainas contienen cantidades sustanciales de polifenoles (Ayaz et al., 2009).

Además del alto contenido de compuestos fenólicos, la harina de algarroba es considerada como un producto que contiene un alto nivel de fibra dietética, minerales (Fe, Ca, Na, K, P y S) y vitaminas (E, D, C, niacina, ácido fólico y vitamina B6) (Seczyk et al., 2016).

### Harina de coco

El coco es un fruto de origen tropical obtenido del Cocos nucifera. La pulpa es la que se usa para fabricar la harina de coco. A nivel nutricional este tipo de subproducto es una gran fuente de fibra dietética (Arancon, 1999), alto contenido en lípidos (33,49 %) y poca proteína (3,33 %) ("USDA Food Composition Databases," n.d.). La fibra de coco se ha demostrado que contribuye al aumento de materia fecal y a bajar tanto el colesterol como el índice glucémico cuando esta fibra se incorpora en los alimentos como en panadería

o repostería (Arancon, 1999; Trinidad, T. P., Valdez, D. H., Mallillin, A. C., Askali, F. C., Maglaya, A. S., Chua, M. T., ... & Masa, 2001).

**Harina de castaña**

Es una harina con alto contenido en hidratos de carbono CHO (49 %) y rica en potasio (447mg/100g) ("USDA Food Composition Databases," n.d.). Además, la harina de castaña no sólo proporciona beneficios nutricionales y de salud, sino también mejora las propiedades funcionales de diferentes alimentos como pan, galletas, snacks, copos y las pastas. Los productos derivados de la castaña presentan dos ventajas específicas: bajo nivel de colesterol y la ausencia de gluten (Šoronja-Simović et al., 2017). Sin embargo, debido a la falta de proteínas de gluten con propiedades viscoelásticas, es necesario emplear aditivos tales como hidrocoloides (celulosa, goma guar, goma de tragacanto) que podrían imitar las propiedades viscoelásticas del gluten.

### 11.1.2. Harinas de origen animal

Las harinas de origen animal son resultantes del tratamiento de subproductos animales en diferentes procesos industriales. En la elaboración de estos productos deberán emplearse procedimientos de fabricación (lavado, secuenciación y limpieza física) que eviten la contaminación cruzada entre lotes de piensos e ingredientes para piensos que contengan materiales de uso restringido o potencialmente peligrosos (como ciertas harinas de subproductos animales y medicamentos veterinarios (F.A.O, n.d.).

**Harina de lombriz**

La creciente demanda de alimentos es difícil de satisfacer empleando sistemas tradicionales. Es por ello que la producción de alimentos a partir de recursos no convencionales que sean ricos en nutrientes esenciales, como es el caso de la harina de lombriz Eisenia foetida (RONDÓN, R. A. V., & LUISA, 2006), es cada vez más frecuente. Es importante resaltar que el prejuicio cultural y la falta de información de los beneficios que presenta esta lombriz son los que no han permitido su utilización oficial en el campo alimenticio humano. Sin embargo, algunos países orientales tales como China, Japón, Filipinas o Taiwán los consumen de forma habitual desde hace siglos. De la lombriz roja californiana, no sólo se obtiene carne rica en proteínas, sino también los aminoácidos esenciales, entre ellos es importante mencionar a la

lisina, aminoácido que suele estar ausente en los alimentos básicos (Ovalles, 2005). El contenido de este aminoácido en la harina de lombriz es significativo (5,9 %), ya que satisface los requerimientos para niños entre 2-5 años exigidos por la FAO/OMS (WHO, 2003).

**Harina de insecto**

La mosca alada soldado Hermetia illuscens se encuentra en la naturaleza en una amplia variedad de hábitats. No se la ha registrado como trasmisora de enfermedades y puede ser un insecto promisorio en la transformación de materiales orgánicos y en la producción de alimento de alta calidad (Arango Gutiérrez, Gloria Patricia, Vergara Ruiz, Rodrigo Antonio, & Mejía Vélez, 2004). Este tipo de harina se usa igualmente para alimentación humana y animal para hacer más nutritivos los piensos. El uso en alimentación humana está comenzando a realizarse pruebas de nuevos productos para ser en un futuro el sustituto de la harina convencional por su alto contenido en proteínas.

## 11.2. Objetivo

El objetivo del presente trabajo es caracterizar químicamente los nutrientes mayoritarios de distintos tipos de harinas cuyo uso actualmente no es frecuente en productos de panadería y pastelería. Además, se evaluará el grado de aceptación de las mismas en forma de galletas de mantequilla entre algunos consumidores.

## 11.3. Material y métodos

### 11.3.1. Reactivos

Para la determinación de nitrógeno total por el método Kjeldahl, se necesitaron los siguientes reactivos: disolución de ácido bórico (H3BO3) al 4 %, ácido clorhídrico (HCl) 0,1 M y ácido sulfúrico (H2SO4) concentrado del 98 % de pureza y, el catalizador Kjeldahl (CuSO4.5H2O) al 6,25 % todos ellos fueron adquiridos de empresa Panreac. Para la disolución de las cenizas, se empleó ácido nítrico concentrado (Panreac) y agua ultrapura de grado Milli-Q. Las disoluciones de patrones para obtener las rectas de calibrado fueron prepara-

Figura 11.1: Diagrama de fluyo de la determinación de nitrógeno total.

das a partir de una disolución patrón multielemental IV de la marca MERK de concentración 1000 mg L-1, la cual está constituida por 23 elementos (Ag, Al, B, Ba, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Ga, In, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Sr, Tl, Zn).

### 11.3.2. Métodos de determinación de proteínas, grasas, humedad, cenizas y minerales

Determinación de nitrógeno total mediante el método Kjeldah: Esta determinación se basa en el Método AOAC 960.52 (AOAC, n.d.), que usa el método Kjeldahl (MK) para conocer el contenido de nitrógeno (N). Los pasos de la determinación son los que se muestran en forma resumida en la Figura 11.1

La primera fase de esta determinación se denomina digestión, con este proceso lo que conseguimos es una conversión del N presente en ion amonio mediante el calentamiento y la adición previa de ácido sulfúrico (H2SO4) y el catalizador. Finalizada la digestión, el amonio producido es cuantificado por destilación y posterior titulación (Reussi Calvo, Echeverría, & Rozas,

2008).

La digestión se ha realizado sobre 1g de muestra deshidratada. Se añaden 15 ml de H2SO4 concentrado y una pastilla del catalizador Kjeldahl. Colocaremos los tubos en el bloque digestor e insertaremos el sistema de extracción de humos (scrubber). Se abre la entrada de agua que pasa por el condensador. A continuación, programaremos el bloque digestor con el programa que en el manual del equipo aconseja para digerir harinas (15 min 125 º C, 15 minutos 300 º C y 90 minutos a 400 º C). Después se añadirá a los tubos 25 ml de agua desionizada y empezaremos la segunda fase de la determinación que se basa en la destilación del amoníaco.

Para llevar a cabo la destilación el tubo digestor se coloca en el destilador Kjeldahl y se adiciona 20 ml hidróxido de sodio (NaOH) al 40 % a la disolución de amonio obtenida en la etapa de digestión, generándose amoníaco (NH3) y vapor de agua, que arrastra hasta un matraz Erlenmeyer de 250 ml colocado a la salida del refrigerante con 50 ml de ácido bórico de concentración conocida y con unas gotas de indicador mixto. La destilación se parará cuando se hayan obtenido unos 250 ml de destilado en el Erlenmeyer (50 ml de ácido bórico y 200 ml de destilado).

El destilado así obtenido contiene el N en forma de amoníaco. Después de la destilación valoraremos con ácido clorhídrico (HCl) hasta que el indicador vire de verde esmeralda a violeta. Realizaremos un cálculo para saber el porcentaje de proteínas de nuestras muestras:

### Determinación de nitrógeno total mediante el método Dumas

El método Dumas (DM) consiste en la combustión de una muestra de masa conocida a alta temperatura en presencia de oxígeno; los gases producidos se reducen por el cobre y se secan mientras que el CO2 es atrapado y, finalmente, el nitrógeno se cuantifica usando un detector universal (Serrano, Rincón, & García-Olmo, 2013). En nuestro caso, el análisis elemental de nitrógeno se realizó con el analizador de carbono y nitrógeno total “TruSpec CN” de la marca LECO con módulo de azufre incorporado que se encuentra en el Servicios técnicos de investigación de la Universidad de Alicante UA.

Los pasos de la determinación se muestran en la Figura 11.2. Antes de iniciar el análisis elemental, el equipo se calienta a una temperatura de 850 º C y se comprueba que todos los parámetros requeridos para el funcionamiento del equipo sean correctos. Tras la comprobación, se calibra el equipo con un patrón. El patrón elegido para las muestras que vamos a analizar es alfalfa con un contenido de nitrógeno conocido. Después de la calibración se pesan

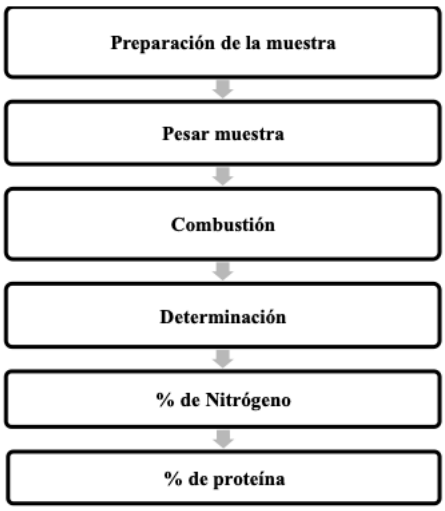


Figura 11.2: Diagrama de flujo para el método Dumas automatizado.

unos 0,2 g de muestra en cápsulas de estaño, y se introducen en el equipo para su incineración. Una vez introducida la muestra en el equipo, se purga el contenido con oxígeno puro antes de la combustión. Dicha combustión alcanza los 1.000 º C. Al final se puede determinar el % de nitrógeno y de ese dato calcular el % proteínas. Con la cantidad obtenida de nitrógeno se aplica un factor proteico como se ha realizado en la determinación de nitrógeno total con el MK.

### Determinación de grasas a través del método Soxhlet

La determinación del contenido en grasa total se ha basado en el Método AOAC 920.39 (AOAC, n.d.), usando un equipo Soxhlet, con extracción discontinua.

La determinación se ha realizado en un bloque de extracción que permite extraer 6 muestras simultáneamente. Para iniciar esta determinación se coloca la muestra a analizar en un dedal de celulosa porosa totalmente exento de grasa. Se pondrán unos 4 g de muestra. Se taran los vasos de aluminio del equipo previamente desecados y con la precaución de no manipularos con los dedos. A continuación se le añade a cada vaso de aluminio 50 ml de éter de petróleo. Con la ayuda de los soportes de dedales de extracción y la gradilla niveladora, se introduce cada dedal de extracción provisto del adaptador magnético y con la muestra en el interior en una columna de destilación de

la unidad de extracción.

Se conecta la unidad a 135 º C para que se inicie la ebullición del extractante, pasados 30 minutos elevamos los dedales de celulosa sobre el nivel del disolvente y el condensado caerá sobre la muestra, produciendo el arrastre de la grasa remanente en los dedales y dejamos que el éter de petróleo se evapore otros 30 minutos. Terminada esta fase, se cierra la válvula de recuperación. El condensado quedará retenido por ésta y en unos cinco minutos todo el disolvente habrá quedado recuperado. La materia grasa quedará depositada en los vasos de aluminio. Dejamos secar los vasos y volvemos a pesar.

### Determinación de energía

Para la determinación del poder calorífico se utilizó una bomba calorimétrica, , donde obtendremos el poder calorífico bruto según lo estipula la norma ISO 9831 del 2004 (AENOR, n.d.) con sistema adiabático la cual está equipada con un tanque de oxígeno y una cámara de combustión de acero inoxidable con tapa roscada. Para asegurar que se llevase a cabo la combustión completa de las muestras se inyectó en la cámara de combustión oxígeno a 30 atmosferas de presión. Previo al análisis de las muestras, es necesario determinar la energía equivalente del ácido benzoico (C7H6O2), que se usa como patrón termoquímico. Para ello se pesaron entre 0.9-1.25 g, los cuales fueron llevados a combustión.

Se conecta un trozo del alambre de descarga entre los terminales de la bomba haciendo que quede tirante. Se ata una mecha de algodón de masa conocida al alambre de descarga. Los extremos de la mecha de algodón se disponen de manera que toquen la muestra. La energía del alambre de descarga que nos indica el fabricante es de 70 julios y la de la mecha de algodón es de 50 julios.

Se añaden 5 ml de agua a la bomba. Se monta la bomba y se carga lentamente con oxígeno hasta llegar a una presión de 3 MPa, sin desplazar el contenido del aire original. Si de forma inadvertida la bomba se carga con O2 por encima de 3,3 MPa, el análisis se descarta y se comienza de nuevo.

Se añade suficiente agua al vial del calorímetro como para cubrir la superficie superior plana de la cubierta de la bomba. Esta cantidad de agua debe ser la misma, con una aproximación de 1 g que la utilizada en la determinación de la capacidad calorífica media efectiva del calorímetro.

Se monta y se conecta el aparato, se establece una velocidad de agitación constante de forma que el intervalo de predeterminación no sea mayor de

10 min. Se eligen las condiciones del circuito puente que resultarán en la variación mínima de la temperatura del vial del calorímetro respecto a la temperatura final.

Se conecta el terminal y pasado 10 minutos aproximados el software instalado en el ordenador que está conectado al equipo nos indicará la cantidad calorífica bruta de la muestra

Se retira la bomba del vial del calorímetro, se libera la presión y se desmonta la bomba. Se examina el interior de la bomba comprobando si aparece de forma visible muestra no quemada u hollín, si eso ocurriera se debería repetir el proceso desde el inicio. Se puede considerar al conjunto formado por la bomba calorimétrica y el agua en la que se sumerge como un sistema aislado.

### Determinación de hidratos de carbono

En este caso el contenido en CHO en las muestras se obtiene por diferencia entre el peso total menos contenido en proteínas, grasas, cenizas y humedad de ("FAO," n.d.).

### Determinación de humedad

Esta determinación se basa en la pérdida de peso de la muestra al someterse a calentamiento en estufa en condiciones determinadas, según el Método AOAC 14.003 (AOAC, n.d.). Para ello, se pesa una pequeña cantidad de muestra en un crisol de porcelana y se pesa el crisol junto a su contenido. Se introduce el recipiente con la muestra en una estufa isoterma de calefacción eléctrica, regulada de tal manera que la temperatura en su interior sea de 110 º C. Pasadas 24 horas se saca de la estufa el crisol, se deja enfriar y volvemos a pesar. Se repite la operación hasta que se obtiene peso constante.

### Determinación de cenizas

Se pesa con precisión una cantidad de muestra en base húmeda y se coloca en un crisol de porcelana previamente incinerado y tarado. Se coloca el crisol y su contenido sobre una placa calefactora, teniendo cuidado de que la combustión no sea demasiado rápida, de manera que no haya pérdidas de materia sólida por proyección, durante 15 minutos la muestra a 40ºC y otros 15 minutos a 240º C. Cuando termine de humear se lleva el crisol a la mufla (550 º C) durante 17 horas hasta combustión completa de la sustancia, Al finalizar este

Tabla 11.1: Receta de galletas para el análisis sensorial para elaborar 100 g de galletas.

| Cantidad (g) | Ingredientes |
|---|---|
| 46,88 | Harina no convencional |
| 15,63 | Harina de repostería |
| 20,00 | Mantequilla |
| 25,00 | Azúcar moreno |

periodo tendremos un crisol con cenizas blancas o grises.

**Determinación de minerales**

A partir de las cenizas obtenidas en la determinación de cenizas, se prepararán disoluciones de los minerales de la forma que se indica seguidamente. En el mismo crisol donde tenemos las cenizas agregaremos con un cuentagotas 4 gotas de ácido nítrico (HNO3 ), cuando termine de reaccionar con las cenizas introduciremos los crisoles en el interior de la mufla durante 1 hora a 550ºC. Tras ese periodo se deja enfriar los crisoles y se volverá a agregar dos gotas de HNO3. Cuando el HNO3 deja de reaccionar lavamos varias veces el crisol con agua ultrapura y depositamos el contenido en duquesitas, listas para analizar el contenido en un ICP.

Se ensayaron varias líneas de emisión para cada uno de los elementos y se seleccionó la línea con mayor coeficiente de correlación. Finalmente, la concentración se obtuvo a partir de las curvas de calibrado obtenidas para cada analito teniendo en cuenta los factores de dilución.

### 11.3.3. Prueba sensorial preferencia de galletas

Se elaboraron unas galletas de mantequilla con las diferentes harinas, para poder comprobar la viabilidad del uso de esas harinas para elaboración de dulces. La receta de las galletas contenía los ingredientes que se muestran en la Tabla 11.1. Para evaluar la preferencia de las galletas según el tipo de harina se elaboró un formulario de caracterización sensorial basado en una escala de preferencias de color, sabor, olor, textura e impresión general.

La evaluación sensorial de las galletas fue realizada por 32 consumidores habituales de galletas de un rango de edad entre 19 y 49 años, entre los

cuales había trabajadores y alumnos del campus universitario de Alicante (20 mujeres y 12 hombres). Se usó una escala hedónica estructurada de 5 puntos, desde "Me disgusta muchísimo" (1 pto) hasta "Me gusta muchísimo" (5 ptos), y se valoraron el color, el olor, la textura, el sabor y la valoración global. Se eligieron cinco que fueron elaboradas un día antes de la evaluación, y se presentaron al azar en platos de plástico blanco codificadas con números elegidos también al azar.

## 11.4. Resultado y discusión

Se determinó el % de N en las diferentes muestras utilizando tanto el método Dumas como el Kjeldahl para comprobar si había diferencia notables entre ambos procesos de determinación. Los resultados del método Dumas y KM se muestran en la Tabla 11.2. Estos son en base húmeda al igual que el etiquetado nutricional para poder compararlos correctamente.

Los contenidos en proteína del método KM son valores medios de 3 repeticiones, Se puede apreciar que el error para las tres réplicas es baja indicando que el método es bastante preciso. En el caso del contenido en proteínas por el método Dumas, sólo se realizó una medida. Al comparar los contenidos en proteínas (Tabla 11.2) obtenidos en este trabajo con los del etiquetado nutricional del producto en todos los casos obtenemos valores muy similares salvo los provenientes de la harina de garbanzo ya que los dos métodos superan la cantidad proteica.

Para ver qué podía pasar con el contenido proteico del garbanzo se buscó el contenido en proteínas de harina de garbanzo en la tabla de composición de alimentos de la USDA (U.S. Department of Agriculture & Agricultural Research Service, 2011) y también en la tabla inglesa ("Composition of foods integrated dataset (CoFID) - GOV.UK," n.d.). En ambos casos está en torno a 19,7 g/100 g. Este valor es más parecido a los obtenidos mediante el método Dumas que el dado en el etiquetado nutricional del producto.

Con los datos obtenidos podemos decir que el etiquetado nutricional del garbanzo no es correcto ya que nuestras dos determinaciones y la información obtenida de las tablas de composición de alimentos no coinciden con lo reflejado en el producto.

Los datos obtenidos con la bomba calorimétrica (Tabla 11.3) no coinciden con el etiquetado nutricional ni con los datos obtenidos de la tabla de composición USDA ("USDA Food Composition Databases," n.d.). Podemos indicar que los datos conseguidos con la bomba no son concluyentes, por ese mismo

Tabla 11.2: Comparativa de proteínas obtenidas del método Dumas, Kjeldahl y etiquetado nutricional.

| | Proteínas método Dumas (g /100 g) | Medía proteínas método Kjeldahl (g/ 100 g) | Etiquetado nutricional (g/100 g) |
|---|---|---|---|
| Coco | 18,3 | 17,3 ± 0,60 | 18,4 |
| Castaña | 5,51 | 5,05 ± 0,34 | 5.60 |
| Algarroba | 4,30 | 4,53 ± 0,22 | 4,75 |
| Garbanzo | 19,3 | 17,3 ± 3,20 | 13,0 |
| Chufa | 4,79 | 4,69 ± 0,11 | 4,90 |
| Lombriz | 51,0 | 49,4 ± 0,14 | -- |
| Insecto | -- | 39,6 ± 0,18 | -- |

motivo no se llevó a cabo la determinación de energía con la muestra de insecto.

Los resultados podrían no ser concluyentes debido a que únicamente se realizó una sola repetición por cada tipo de harina por motivos presupuestarios, lo normal habría sido realizar 3 replicas por cada harina para así poder haber logrado unos resultados mas adecuados para poder analizar.

Actualmente existe poca información bromatológica de los harinas que hemos estudiado por lo tanto no podemos realizar una buena comparativa con tabla de composición de alimentos. Igualmente el resultado (Tabla 11.4) logrado de la lombriz (11,46 g/100) coincide con un estudio (RONDÓN, R. A. V., & LUISA, 2006) que indica que el porcentaje medio de humedad es del 11,46 g/100. Igualmente, un estudio (Arango Gutiérrez, Gloria Patricia, Vergara Ruiz, Rodrigo Antonio, & Mejía Vélez, 2004) indica que la humedad de la harina de insecto es de 10 g/100, dato parecido al conseguido en laboratorio. El porcentaje de insecto que contenía la harina del artículo mencionado se desconoce para poder hacer una comparativa más completa.

El error cometido en esta determinación (Tabla 11.5) es minúsculo en todas las harinas, incluso se podría considerar ese error un fallo propio de pesada. Los resultados de las tablas de composición de alimentos comparadas úni-

Tabla 11.3: Comparativa de energía obtenida de la bomba calorimetría, tablas de composición de alimentos y etiquetado nutricional.

| | Energía (Kcal/100g) | Etiquetado nutricional (Kcal/100g) | Tabla USDA (g/100g) |
|---|---|---|---|
| Coco | 449 | 267 | 267 |
| Castaña | 383 | 372 | 372 |
| Algarroba | 411 | 222 | 222 |
| Garbanzo | 427 | 370 | 379 |
| Chufa | 502 | 435 | 435 |
| Lombriz | 426 | -- | -- |
| Insecto | -- | -- | -- |

Tabla 11.4: Comparativa de contenido en humedad con tablas de composición alimentos.

| | Media humedad (g/100g) | Datos humedad USDA (g/100g) |
|---|---|---|
| Coco | 8,64 | -- |
| Castaña | 10,43 | -- |
| Algarroba | 4,41 | 3,58 |
| Garbanzo | 7,12 | 10,28 |
| Chufa | 8,64 | -- |
| Lombriz | 11,46 | -- |
| Insecto | 7,29 | -- |

Tabla 11.5: Comparativa del contenido en cenizas con tablas de composición de alimentos.

| | Media cenizas (g/100g) | Datos cenizas USDA (g/100g) |
|---|---|---|
| Coco | 9,02 ± 0,0176 | |
| Castaña | 2,17 ± 0,0002 | 1,67 |
| Algarroba | 5,29 ± 0,0097 | 2,27 |
| Garbanzo | 2,81 ± 0,0007 | 2,82 |
| Chufa | 2,72 ± 0,0006 | |
| Lombriz | 5,36 ± 0,0004 | -- |
| Insecto | 5,36 ± 0,0004 | -- |

camente coincide en el caso de la molienda de garbanzo, igualmente no se especifica que método usan las tablas de composición USDA para obtener la información de cenizas, por lo que podríamos decir que la diferencia se podría deber a que se han usado una determinación diferente.

Las réplicas del contenido en grasas (Tabla 11.6) de cada muestra son parecidos por eso el error es bajo. En el caso del insecto y la lombriz los datos que hemos logrado en el laboratorio son parecidos a diversos estudios (Arango Gutiérrez, Gloria Patricia, Vergara Ruiz, Rodrigo Antonio, & Mejía Vélez, 2004)(Serna-Cock, Rengifo-Guerrero, & Rojas-Restrepo, 2017).

El porcentaje de grasa de la chufa y del insecto es superior al 24 %, por lo que queda constatado su alto contenido en grasas, de ese porcentaje habría que conocer qué tipo de grasas se tratarían para poder indicar si un porcentaje tan elevado de este macronutriente sería saludable para el consumo humano.

Los resultados de la determinación de hidratos de carbono se han obtenido por diferencia. En la Tabla 11.7 se muestran los resultados obtenidos junto con los contenidos en CHO según el etiqueto nutricional y los valores de la tabla de USDA.

Los valores son muy similares salvo para el coco que muestra el etiquetado un valor extrañamente bajo. Esto nos hace pensar que puede que haya habido un error en el etiquetado porque el coco siempre se ha considerado con un alto contenido en CHO, dato confirmado por nuestra determinación y por la

Tabla 11.6: Comparativa del contenido en grasas con tablas de composición de alimentos y etiquetado nutricional.

| | Medía grasas (g/100g) | Etiquetado nutricional (g/100g) | Tabla USDA (g/100g) |
|---|---|---|---|
| Coco | 11,56 ± 2,60 | 9,10 | 14,29 |
| Castaña | 3,00 ± 1,18 | 3,50 | 1,26 |
| Algarroba | 0,37 ± 0,17 | 0,35 | 0,65 |
| Garbanzo | 0,62 ± 0,21 | 0,67 | 1 |
| Chufa | 26,83 ± 1,95 | 23,60 | 23,33 |
| Lombriz | 8,69 ± 0,43 | -- | -- |
| Insecto | 24,55 ± 0,23 | -- | -- |

tabla USDA.

Respecto a las harinas de lombriz e insecto no la podemos comparar con ningún tipo de tabla de alimentos ni etiquetado nutricional pero los resultados logrados son similares a diferentes estudios (Arango Gutiérrez, Gloria Patricia, Vergara Ruiz, Rodrigo Antonio, & Mejía Vélez, 2004)(Cova et al., 2008; Rondón, R. A. V., & Luisa, 2006; Serna-Cock et al., 2017).

Los contenidos en minerales logrados a partir de la media de tres mineralizaciones (Figura 11.3) se han comparado con los datos de la tabla de com-

Tabla 11.7: Comparativa de hidratos de carbono por diferencia, tablas de composición de alimento y etiquetado nutricional.

| | Medía H.C (g/100g) | Etiquetado nutricional (g/100g) | Tabla USDA (g/100g) |
|---|---|---|---|
| Coco | 53,502 | 9,60 | 60 |
| Castaña | 79,354 | 79,00 | 77,31 |
| Algarroba | 85,403 | 91,55 | 88,88 |
| Garbanzo | 72,196 | 57,20 | 66 |
| Chufa | 60,446 | 62,50 | 63,33 |
| Lombriz | 30,435 | -- | -- |
| Insecto | 23,197 | -- | -- |

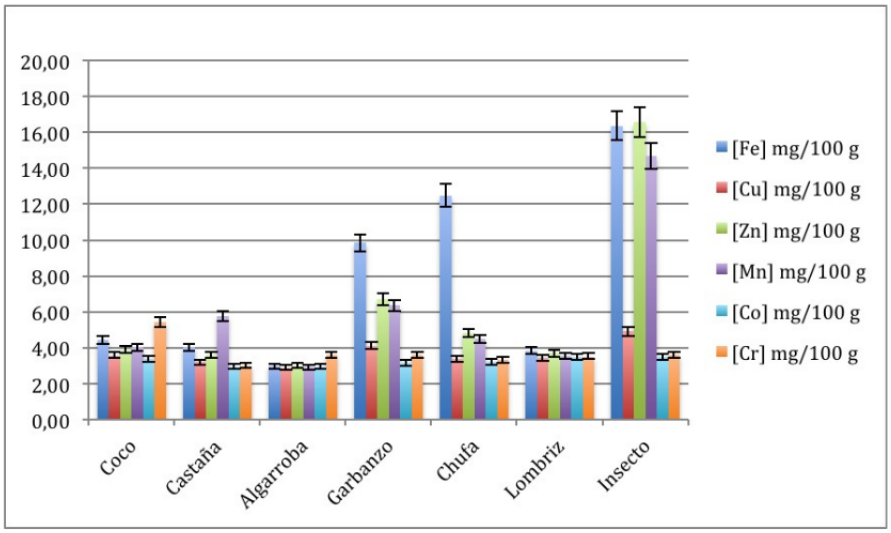


Figura 11.3: Minerales en baja concentración.

posición de alimentos en el caso de las harinas de origen vegetal y artículos científicos en el caso de harinas de origen animal.

Los minerales minoritarios son muy parecidos en todas las muestras de harinas (Figura 11.3) salvo quizás el hierro que es mayor en el garbanzo y en la chufa. Igualmente es destacable la gran cantidad de minerales de la harina de insecto. El contenido tan elevado de minerales de la harina de insecto debe ser que es una harina completamente elaborada con hormigas, sin ningún tipo sin adicionarles ningún tipo de aditivos.

No se han podido comparar estos minerales minoritarios con la tabla de composición de alimentos USDA debido a que apenas había información sobre estos tipos de alimentos (lombriz e insecto).

Respecto a las muestras de origen vegetal cabe destacar que todas las harinas son ricas en fosforo (P) y al comparar con los datos de composición de USDA en algunos casos se aprecian diferencias importantes (Figura 11.4) siendo las harinas de castaña y garbanzo las que mayor contenido han presentado en las muestras analizadas. En cambio, el calcio (Ca), magnesio (Mg) y sodio (Na) no coinciden con los datos que actualmente aparecen en la tabla de composición USDA como indica la Figura 11.5, incluso el Na tiene un rango de error grande entre las tres repeticiones.

Recientemente se ha publicado un estudio que trata de porcentajes de minerales en Eisenia foetida (Serna-Cock et al., 2017), pero los datos que resaltan el estudio no son muy parecidos con los que hemos logrado nosotros ya que

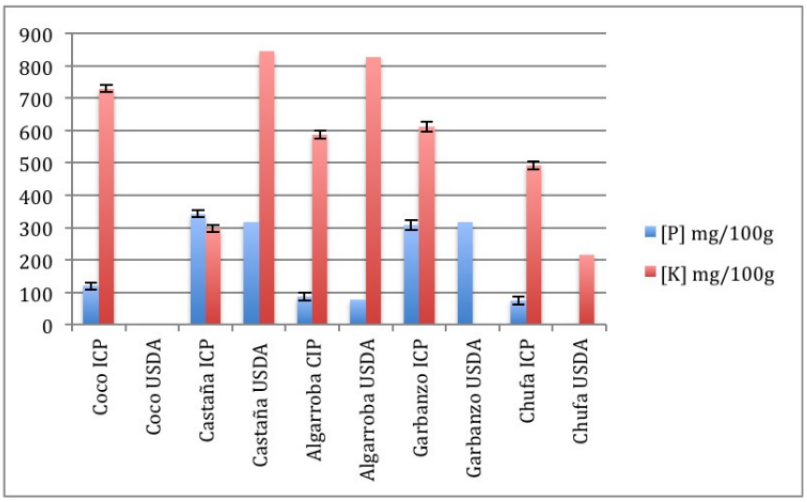


Figura 11.4: Concentración de fosforo y potasio.

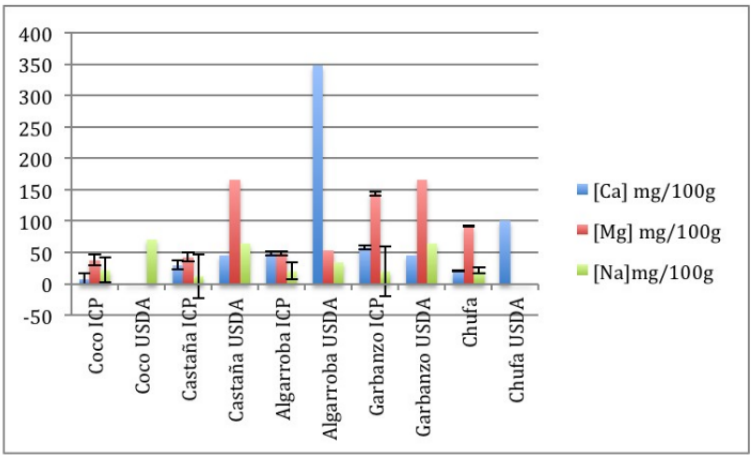


Figura 11.5: Concentraciones de Ca, Mg y Na en harina de origen vegetal.

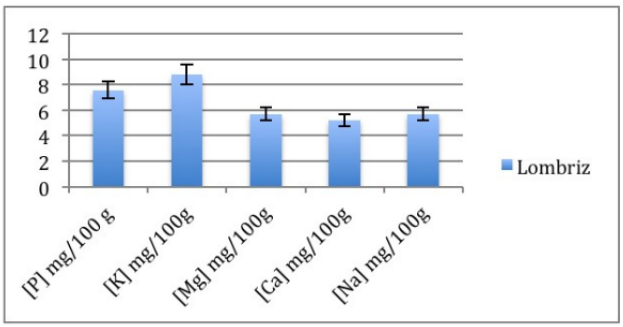


Figura 11.6: Minerales en mayor concentración harina de lombriz.

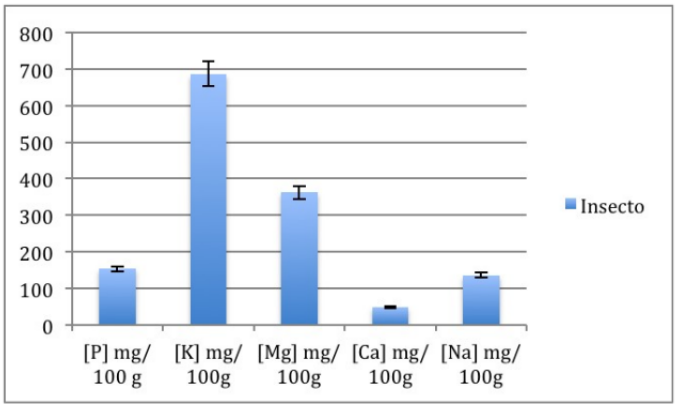


Figura 11.7: Minerales en mayor concentración harina insecto.

son datos muy inferiores , es posible que la diferencia sea porque no sabemos si ambas harinas contenían el mismo porcentaje de Eisenia foetida

Respecto a los datos de minerales en la haría de insecto podremos destacar que existen en grandes cantidades (Figura 11.6 y 11.7), pero no se ha podido comparar esta información con ninguna estudio actual para comprobar que los datos obtenidos en nuestra determinación son correctos.

### 11.4.1. Resultado prueba sensorial

Se han usado los diferentes tipos de harinas para elaborar diferentes galletas con la única variación de la molienda para así conocer la opinión de diferentes catadores que en ningún momento sabrán qué tipo de harina llevan las galletas. Únicamente se ha usado las harinas vegetales ya que ha sido descartado el uso de las moliendas de origen animal por la baja participación en este

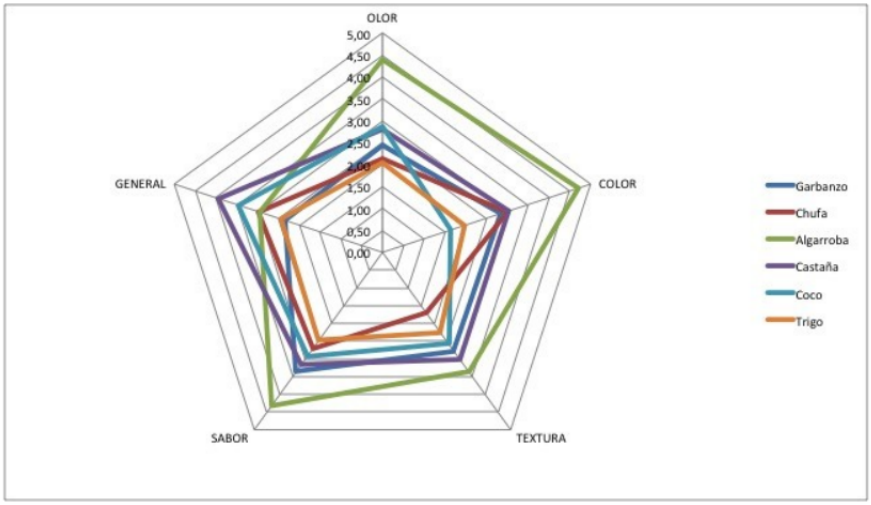


Figura 11.8: Resultados de la prueba sensorial.

tipo de alimentos.

Tras la recogida de datos tras el análisis sensorial (Figura 11.8) hemos podido comprobar que el grado de aceptación de estas harinas difiere de unas otras pero no es muy negativa respecto a la harina de trigo. En cuanto a olor, sabor y color la galleta realizada con harina de algarroba es la que más ha gustado y la de chufa la que menos.

En referencia a la galleta de algarroba había dos criterios bastante marcados: los catadores más asiduos al chocolate puro nada mas probar la galleta de algarroba se percataron que no contenía cacao, en cambio los catadores que no solían consumir chocolate indicaron que el ingrediente principal era el cacao.

Respecto a la galleta de chufa la gran mayoría de los evaluadores otorgaron una mala puntuación respecto a la textura, eso entra dentro de lo esperado ya que este ingrediente contiene una gran cantidad de lípidos lo que provoca que la galleta no tenga textura crujiente como las demás muestras.

La galleta que ha sacado mejor puntuación a nivel general (Figura 11.8), esta sería la galleta de castaña, aunque no destaque en las categorías de sabor y olor, los catadores han considerado que en conjunto de todos las cualidades a evaluar este tipo de galleta era su preferido.

## 11.5. Conclusiones

- Tras la finalización de esta investigación destaca la falta de datos en las tablas de composición de alimentos de las harinas estudiadas. Es conveniente, que se potencien más este tipo de fuentes de información para la realización de investigaciones.

- Los datos logrados de energía y la información encontrada en artículos científicos y tablas de composición de alimentos no coinciden, por lo que no se han considerado correctos en cómputo general. Habría que volver a realizarlos en un estudio posterior.

- En todas las muestras analizadas, salvo en la de garbanzo, el etiquetado nutricional es bastante similar a los datos obtenidos en el laboratorio.

- Los resultados obtenidos en la determinación de proteínas a través del Método Dumas y el método Kjeldahl, son prácticamente iguales tal y como destaca la norma ISO 6634-1 2008 (AENOR, n.d.).

- De las harinas vegetales analizadas, la que mejor perfil nutricional ha mostrado es la harina de garbanzo debido a su gran contenido de proteínas, hidratos de carbono y su bajo contenido en grasas. No obstante, su nivel de aceptación tras el análisis sensorial es bajo, al contrario que en el caso de los productos con harina de castaña; es por ello, que sería conveniente potenciar la elaboración de productos con este tipo de harina, si bien es cierto que sus valores nutricionales son menos ventajosos que la almorta de garbanzo.

- De las harinas de origen animal la que mejores resultados nutricionales ha sido la harina de lombriz ya que es una gran fuente de proteínas, hidratos de carbono y baja en grasas, por lo que en un futuro podrá ser una gran fuente de alimentación por sus cualidades nutricionales. Es por ello que también se cree conveniente potenciar más su uso y ver qué nivel de aceptación tiene esta harina.

## 11.6. Referencias

AENOR. (2006.). Recuperado de http://www.aenor.es/aenor/normas/iso/resultadoiso.asp Alifakı, Y. Ö., &

Şakıyan, Ö. (2017). Dielectric properties, optimum formulation and microwave baking conditions of chickpea cakes. Journal of Food Science and Technology, 54(4).

AOAC. (2011.). Recuperado de http://www.eoma.aoac.org/

Arancon, R. N. (1999). Coconut flour. Cocoinfo International, 6(1), 8-10.

Arango Gutiérrez, Gloria Patricia, Vergara Ruiz, Rodrigo Antonio, & Mejía Vélez, H. (2004).Análisis composicional , microbiológico y digestividad de la proteína de la harina de larvas de Hermetia illuscens.Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín, 57(2).

Ayaz, F. A., Torun, H., Glew, R. H., Bak, Z. D., Chuang, L. T., Presley, J. M., & Andrews, R. (2009). Nutrient Content of Carob Pod (Ceratonia siliqua L.) Flour Prepared Commercially and Domestically. Plant Foods for Human Nutrition, 64(4), 286.

Biner, B., Gubbuk, H., Karhan, M., Aksu, M., & Pekmezci, M. (2007). Sugar profiles of the pods of cultivated and wild types of carob bean (Ceratonia siliqua L.) in Turkey. Food Chemistry, 100(4), 1453–1455.

Composition of foods integrated dataset (CoFID) - GOV.UK. (2016). Recuperado de https://www.gov.uk/government/publications/composition-of-foods-integrated-dataset-cofid

Cova, L. J., García, D. E., Scorza D., J. V., Medina, M. G., Clavero, T., Perea, F., & González, D. (2008). Effect of the storage strategy on the nutritional quality of red worm meal (Eisenia spp.) to medium term — Efecto de la estrategia de conservación en la calidad nutritiva de la harina de la lombríz roja (Eisenia spp.) a mediano plazo. Revista de La Facultad de Agronomia, 26(1).

F.A.O. (2003). Codex Alimentario. Producción de alimentos de origen animal. Recuperado de ftp://ftp.fao.org/codex/Publications/Booklets/Animal/Animal Food Prod ES.pdf

FAO. (2004). Recuperado de http://www.fao.org/docrep/010/ah833s/Ah833s26.htm

I Astiasaran, J. A. M. (1999). Alimentos Composición y Propiedades. Madrid: McGraw Hill.

Ovalles, J. F. (2005). Valor nutritivo de la harina de lombriz (Eisenia foetida) como fuente de aminoácidos y su estimación cuantitativa mediante cromatografía en fase reversa (HPLC) y derivatización precolumna con o-ftalaldehído.

Reussi Calvo, N. I., Echeverría, H. E., & Rozas, H. S. (2008). Comparison

between two plant nitrogen and sulphur determination methods: Impact on wheat sulphur diagnostics — Comparación de métodos de determinación de nitrógeno y azufre en planta: Implicancia en el diagnóstico de azufre en trigo. Ciencia Del Suelo, 26(2).

RONDÓN, R. A. V., & LUISA, Y. M. A. (2006). Determinación de la composición química y estudios de solubilidad en la harina de lombriTitle. Revista de La Facultad de Farmacia, 48,1. Seczyk, Ł., Świeca, M., & Gawlik-Dziki, U. (2016). Effect of carob (eratonia siliqua L.) flour on the antioxidant potential, nutritional quality, and sensory characteristics of fortified durum wheat pasta. Food Chemistry, 194, 637–642.

Serna-Cock, L., Rengifo-Guerrero, C. A., & Rojas-Restrepo, M. A. (2017). Use of Earthworm (Eisenia foetida) Flour and Hydrolyzed Chicken Feathers as Sources of Nitrogen and Minerals for Ethanol Production. Waste and Biomass Valorization.

Serrano, S., Rincón, F., & García-Olmo, J. (2013). Cereal protein analysis via Dumas method: Standardization of a micro-method using the EuroVector Elemental Analyser. Journal of Cereal Science, 58(1).

Šoronja-Simović, D., Pajin, B., Šubarić, D., Dokić, L., Šereš, Z., & Nikolić, I. (2017). Quality, Sensory and Nutritional Characteristics of Cookies Fortified with Chestnut Flour. Journal of Food Processing and Preservation, 41(1).

Tiwari, B. K., & Singh, N. (2012). Pulse chemistry and technology. Royal Society of Chemistry.

Trinidad, T. P., Valdez, D. H., Mallillin, A. C., Askali, F. C., Maglaya, A. S., Chua, M. T., ... & Masa, D. B. (2001). Coconut flour from residue: A good source of dietary fiber. INDIAN COCONUT JOURNAL-COCHIN-, 32(6), 9-1.

U.S. Department of Agriculture, & Agricultural Research Service. (2011). USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 24. Database.

USDA Food Composition Databases. (n.d.).

WHO. (2003). Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. World Health Organization Technical Report Series, 916, i–viii-1-149-backcover.

# Parte V

# Tendencias en química, física, biología y ciencias de la tierra

# Capítulo 12

# Estudio del ciclo de vida de las poblaciones de anfibios en dos cuerpos de agua de interés para la conservación

# Estudio del ciclo de vida de las poblaciones de anfibios en dos cuerpos de agua de interés para la conservación

Adrián Guerrero Gómez
Adrian.guerrero@um.es

Mar Torralva Forero
Torralva@um.es

Francisco José Oliva Paterna
Fjoliva@um.es

Departamento de Zoología y Antropología Física
Facultad de Biología
Universidad de Murcia

**Resumen:** Se ha estudiado el ciclo de vida y la reproducción durante un ciclo de diez meses (diciembre 2016 – septiembre 2017) de las poblaciones de anfibios presentes en dos cuerpos de agua aislados (Carrascalejo y Regidora) situados en la Región de Murcia en el límite oriental de la distribución nativa de *Alytes dickhilleni* Arntzen y García-París, 1995, endemismo bético catalogado como Vulnerable (VU) por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). En ambos sistemas se han detectado tres especies, *Bufo spinosus* Daudin, 1803, *Pelophylax perezi* (López-Seoane, 1885) y *Alytes dickhilleni*, mostrando esta última la abundancia relativa más alta respecto al resto de taxones, confirmando la importancia de estos cuerpos de agua para su gestión y conservación. Se describen los ciclos reproductores de las tres especies que muestran periodos de reproducción algo más tempranos y menos prolongados que los descritos previamente en el Noroeste de la Región de Murcia.

**Palabras clave:** Anfibios, ciclo de vida, larvas, Sierra Espuña, *Alytes dickhilleni*, sapo partero bético.

## 12.1. Introducción

Los anfibios son vertebrados caracterizados por su ciclo de vida complejo, que generalmente incluye una fase de vida acuática y otra terrestre. La dependencia de los sistemas acuáticos condiciona la biología de las especies del grupo. En zonas templadas la mayoría de especies presentan hábitos terrestres durante su fase adulta, en muchos casos con un grado de independencia del sistema acuático alto, pero necesitan acudir al agua para depositar los huevos o larvas directamente (García-París, Montori-Faura y Herrero-Solans, 2004). En consecuencia, su fenología reproductiva y el análisis de sus ciclos de vida se han descrito como factores determinantes y necesarios para su supervivencia (Jakob, Poizat, Veith, Seitz y Crivelli, 2003).

Existen múltiples razones para focalizar estudios sobre los anfibios, aunque la más importante puede ser su actual declive mundial (Stuart, et al., 2004). Modificaciones del medio acuático, fragmentación y destrucción de hábitats, introducción de especies invasoras y enfermedades emergentes son probablemente las principales amenazas que soportan (Bosch, 2003). El estudio de aspectos relacionados con el momento en que sucede la reproducción y el desarrollo larvario son imprescindibles para el desarrollo de estrategias adecuadas de gestión que garanticen su supervivencia (Paton y Crouch, 2002).

La Región de Murcia cuenta con 10 especies de los 29 anfibios presentes en la Península Ibérica (Torralva, et al., 2005; Egea-Serrano, et al., 2005a; Fernández-Cardenete, et al., 2013; Martínez-Solano, 2017). La aridez de la Región y su régimen de precipitaciones han conllevado la falta de cuerpos de agua naturales, provocando una dependencia significativa para la reproducción de anfibios de los sistemas artificiales (por ejemplo: balsas de riego, fuentes o albercas) (Torralva, et al., 2005).

El espacio protegido del Parque Regional de Sierra Espuña y su entorno limítrofe representan un área prioritaria para la conservación de anfibios regionales (Oliva-Paterna, Escoriza, Yelo y Torralva, 2015; AHEMUR, 2017). El presente estudio se ha realizado con el objetivo de establecer el ciclo de vida de las poblaciones de anfibios presentes en dos cuerpos de agua localizados en una zona próxima al Parque Regional de Sierra Espuña. Además, la zona de estudio es el área más oriental de la distribución nativa de *Alytes dickhilleni* Arntzen y García-París, 1995 (sapo partero bético) (AHE, 2017). Dicha especie, endémica del sureste ibérico, está catalogada según los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) como Vulnerable (VU) a nivel mundial (García-París y Arntzen, 2002) y en 2012 se propuso incluirlo como En Peligro de Extinción (EN) (Bosch y

González-Miras, 2012). Además, se encuentra incluida en el Catálogo Español de Especies Amenazadas (R.D. 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas, BOE-A-2011-3582) como especie vulnerable.

En la Región de Murcia se ha realizado un único trabajo sobre fenología reproductiva de anfibios, centrado éste en la comarca del noroeste (Egea-Serrano, Oliva-Paterna y Torralva, 2005b). En dicho trabajo no se conocía aún la población de *Alytes dickhilleni* tratada en este estudio (Egea-Serrano, et al., 2005a; Hernández-Gil, 2005; Torralva, et al., 2005). De este modo, el presente estudio puede resultar muy interesante para completar los datos sobre la fenología de anfibios teniendo en cuenta, en particular, las variaciones en el ciclo de vida de este grupo derivadas de las condiciones meteorológicas (Barbadillo, Lacomba, Pérez-Mellado, Sancho y López-Jurado, 1999; Reques, 2000).

De este modo, con la finalidad de evaluar la importancia que tiene la presencia de dos cuerpos de agua aislados sobre el ciclo de vida y la reproducción de las poblaciones de anfibios, especialmente sobre la población de la especie amenazada *Alytes dickhilleni*, los objetivos específicos de este trabajo consistieron en: (1) describir la presencia y abundancia relativa en el tiempo de los diferentes estadios vitales (frezas, larvas, metamórficos y adultos) de cada especie y (2) caracterizar los parámetros fisicoquímicos descriptores de los cuerpos de agua estudiados y su evolución temporal.

Tras esta introducción, este capítulo se estructura en tres apartados: material y métodos, en el cuál se explica el área de estudio y la metodología empleada; resultados, donde se exponen los datos obtenidos en el estudio; y, finalmente, la discusión, donde se interpretan dichos datos y se discuten con los obtenidos por otros autores.

## 12.2. Material y métodos

El área de estudio se restringe a dos cuerpos de agua aislados, situados en el término municipal de Bullas (Región de Murcia, España), en el límite oriental de la distribución nativa de *Alytes dickhilleni* (Figura 12.1a) (cuadrícula de coordenadas U.T.M.[1] 10x10km XH 11). Ambos cuerpos están separados el

[1] "U.T.M." hace referencia a las cuadrículas de coordenadas U.T.M., utilizadas por el Servidor de Información de Anfibios y Reptiles (SIARE) para recabar las citas de anfibios y reptiles.

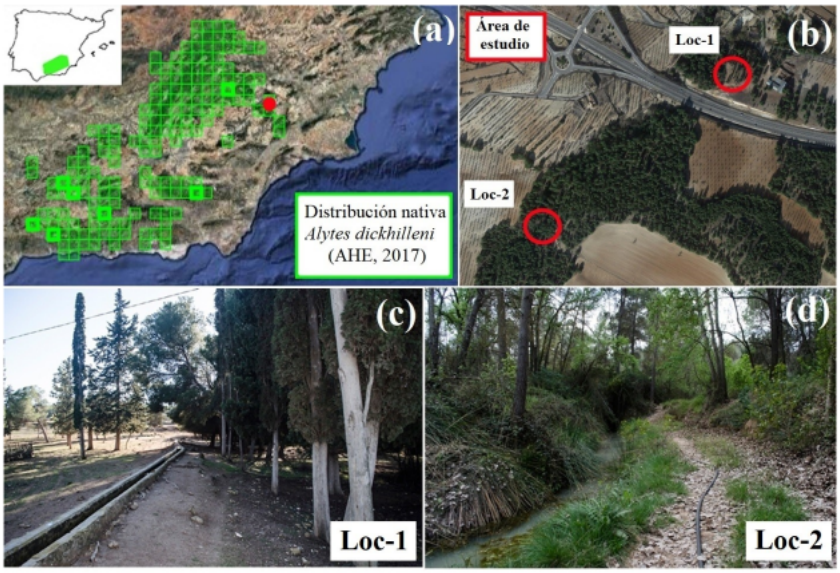


Figura 12.1: Distribución de *Alytes dickhilleni* según el servidor de información de anfibios y reptiles de España, SIARE (AHE 2017) (a), localización de los cuerpos de agua e imágenes de éstos (b). Loc-1: Carrascalejo (c); Loc-2: Regidora (d).

uno del otro por una distancia aproximada de 1 Km. El macrohábitat de la zona (Figura 12.1b) está formado por masas forestales [Pinus halepensis(Mill.), Quercus rotundifolia (Lam.) y Quercus faginea (Lam.)] intercaladas con cultivos de secano [Prunus dulcis (Mill., D. a. Webb) y Vitis vinifera (L.)]. Las localidades objeto de seguimiento se ubican en el mesomediterráneo cálido (el subpiso bioclimático más cálido de la comarca del Noroeste) y en una zona con influencia del termomediterráneo superior, un horizonte bioclimático con temperaturas todavía superiores (Sánchez-Gómez, Carrión, Hernández-González y Guerra, 2002).

La localidad de estudio 1 (Loc-1: Carrascalejo) es un abrevadero para ganado (Figura 12.1c) situado en el santuario del Cristo del Carrascalejo (coordenadas geográficas CGS:38º03'42.0"N, 1º42'32.6"W) a 607 metros sobre el nivel de mar (m.s.n.m.). La localidad de estudio 2 (Loc-2: Regidora) es la parte inicial de una fuente entubada que inunda una superficie limosa (Figura 12.1d) dentro del Barranco de la Regidora (coordenadas geográficas CGS: 38º03'42.1"N, 1º42'32.6"W) a 623 m.s.n.m.

El periodo de seguimiento para el presente estudio ha sido desde diciembre de 2016 hasta septiembre de 2017, con la realización de muestreos cada 3 o

4 semanas aproximadamente (13 muestreos en el total).

Las acciones realizadas por muestreo en cada localidad se hicieron mediante un protocolo estandarizado. En primer lugar, se realizó la medición de las condiciones fisicoquímicas del agua. Para ello, se tomaron entre 4 y 5 muestras por localidad de la profundidad del agua (cm) y la profundidad de la materia orgánica y fango (cm) y, mediante la utilización de una sonda multiparamétrica (WTW® Multi340i), de la temperatura (ºC) y de la conductividad ($\mu$S/cm).

En segundo lugar, en cada prospección se realizó el muestreo semicuantitativo de larvas. Este muestreo se llevó a cabo mediante 5 transectos longitudinales (1,5 m) por localidad que se realizaron con dos pasadas –con un salabre– por toda la superficie (Figura 12.2b y 12.2c). Las larvas de los 5 transectos realizados en cada cuerpo de agua han conformado las capturas por unidad de esfuerzo (CPUEs). Estos valores de densidad relativa representan una estima óptima cuando no es posible obtener estimas absolutas (Bradley, et al., 1994). Además, estos valores de densidad larvaria son comparables en el análisis de la evolución temporal dentro de cada localidad. Posteriormente, las larvas capturadas eran identificadas a nivel de especie con ayuda de guías de identificación (Barbadillo, et al., 1999; Salvador y García-París, 2001;Fernández-Cardenete, et al., 2013) y se determinaba el estadio de desarrollo larvario [estadios de Gosner (1960) simplificados por Díaz-Paniagua, Gómez, Portheault y De Vries (2005)] (Figura 12.2a) (Tabla 12.1). Para ello, se utilizaron bolsas transparentes de plástico con el fin de poder apreciar con mayor facilidad caracteres que ayudan en dicha identificación (Figura 12.2d).

En tercer lugar, se realizó un muestreo cualitativo con el objetivo de detectar especies y estadios larvarios no observados durante los transectos semicuantitativos, pero también con el objetivo de detectar frezas, adultos y metamórficos. Este muestreo cualitativo fue estandarizado en 30 minutos de inspección visual y pasadas aleatorias de salabre por todos los microhábitats existentes en el cuerpo de agua. En su conjunto, la prospección de los cuerpos de agua se ha realizado siguiendo las recomendaciones establecidas en los permisos concedidos por parte de la administración y de las autoridades del Parque Regional y el protocolo actualizado para reducir o eliminar las probabilidades de propagación de enfermedades emergentes. En concreto, hemos adaptado a nuestros requerimientos el Hygiene protocol to contain the spread of Chytridiomycosis during fieldwork del proyecto Risk Assessment of Chytridiomycosis to European Amphibian Biodiversity (RACE, 2015), utilizando guantes desechables para manipular las larvas, evitando la manipulación de adultos y desinfectando los equipos de trabajo (Virkon® S al 1 %).

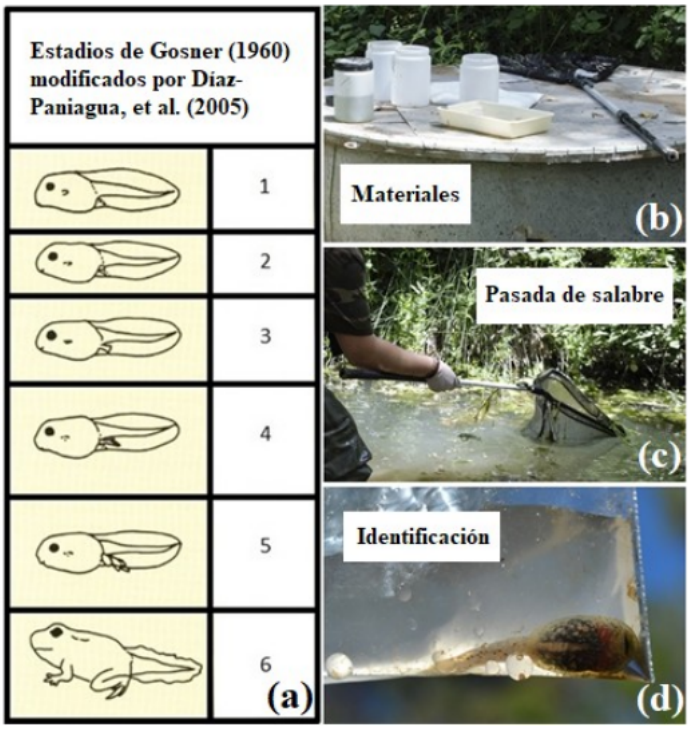


Figura 12.2: Estadios de Díaz-Paniagua et al. (2005) (a), materiales de muestreo (b), pasada de salabre (c) e identificación de larvas mediante bolsa transparente de plástico (d).

Tabla 12.1: Estadios larvarios considerados. Fuente: Definición de los estadios de Díaz-Paniagua et al. (2005) considerados en el presente trabajo.

| Estadio | Definición |
|---|---|
| Estadio 1 | Inexistencia del muñón de las patas posteriores. |
| Estadio 2 | Existencia del muñón de las patas posteriores. |
| Estadio 3 | Los dedos del muñón de las patas posteriores comienzan a formarse. |
| Estadio 4 | Los dedos de las patas posteriores están formados, pero la pata aún no está desarrollada del todo. |
| Estadio 5 | Patas posteriores completamente desarrolladas. |
| Estadio 6 | Patas posteriores y anteriores completamente desarrolladas, comienza a reabsorberse la cola. |

Los indicadores seleccionados para el estudio del ciclo o dinámica temporal de cada especie han sido su presencia-ausencia y la abundancia o densidad relativa en términos de CPUEs de los diferentes estadios larvarios. Como indicadores del inicio de la reproducción, se han registrado la detección de frezas y la presencia o abundancia de los estadios de desarrollo más tempranos (estadios 1 y 2 según Díaz-Paniagua, et al., 2005). Debido al importante efecto sobre la capturabilidad que tiene la fuerte variación de profundidad detectada en Regidora (Loc-2), y con la finalidad de hacer comparables los datos obtenidos en las diferentes prospecciones, los valores de CPUEs de esta localidad fueron corregidos en función de su profundidad, siendo multiplicados por el valor promedio en metros de dicho parámetro.

## 12.3. Resultados

### 12.3.1. Variables descriptoras de la fisicoquímica

En la Figura 12.3 se representa la variación temporal a lo largo del periodo de estudio de las variables fisicoquímicas seleccionadas a nivel de localidad (profundidad del agua, profundidad de la materia orgánica y fango, conductividad y temperatura del agua).

En relación a la profundidad del agua y de la materia orgánica, Loc-2 mostró valores significativamente superiores (Figura 12.3a y 12.3b), siendo la profundidad media del agua durante el estudio de 71,87 ± 18,76 cm (Límites de Confianza del 95 %) frente a los 12,16 ± 1,4cm detectados en Loc-1. De igual modo, el volumen promedio de materia orgánica y fango, evaluado también

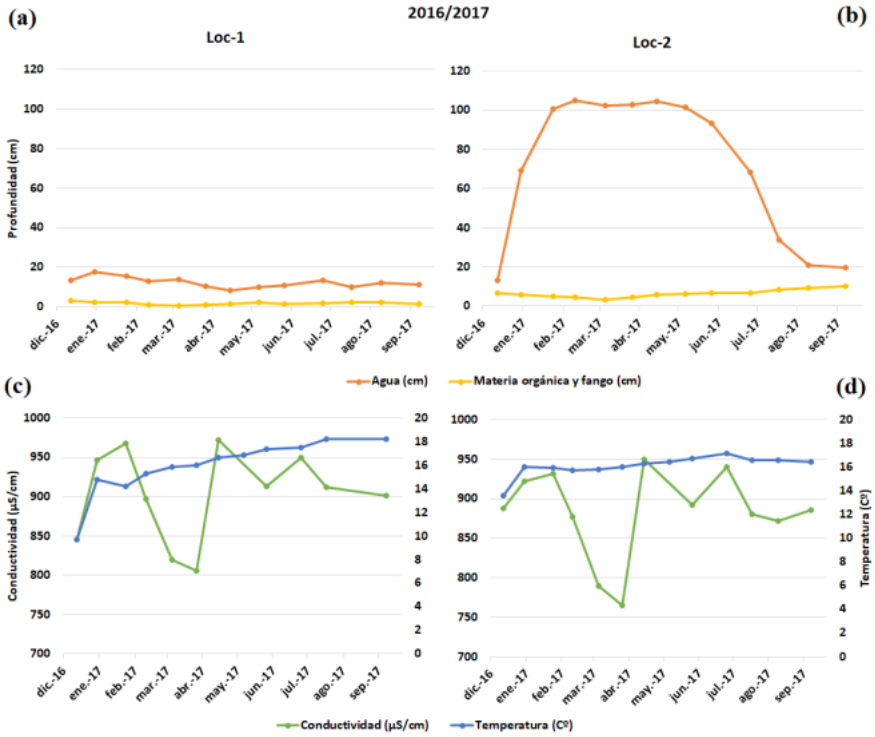


Figura 12.3: Evolución temporal de las variables fisicoquímicas en las localidades de estudio. Se presentan datos promedio obtenidos en cada muestreo. Profundidad del agua y de la materia orgánica en Loc-1: Carrascalejo (a) y en Loc-2: Regidora (b); y conductividad y temperatura en Loc-1 (c) y en Loc-2 (d).

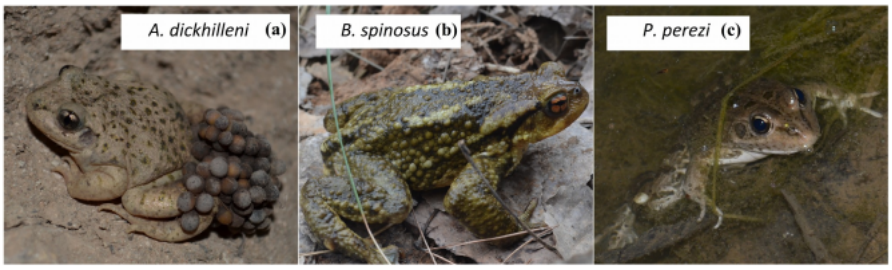


Figura 12.4: Ejemplares adultos de las tres especies detectadas en el estudio: *Alytes dickhilleni*(a), *Bufo spinosus*(b) y *Pelophylax perezi* (c).

mediante su profundidad, fue superior en Loc-2 (6,37 ± 0,99 cm) en comparación con Loc-1 (1,65± 0,35 cm). Además, la variación en la profundidad del agua ha sido especialmente notable en Regidora (Loc-2),donde fue detectado un valor mínimo de 13 cm en el primer muestreo de diciembre y un máximo de 104,5 cm en febrero. Respecto a la temperatura del agua, ésta ha sido muy similar en ambos cuerpos de agua (Figura 12.3c y 12.3d), con un valor medio de 16,06± 1,18ºC en Loc-1 y 16,09 ± 0,43ºC en Loc-2, apreciándose una variación poco importante. De forma similar, la conductividad observada en ambas localidades también ha mostrado valores promedio y dinámicas temporales muy similares (905,98±27,17$\mu$S/cm en Loc-1 y 885,61± 27,68$\mu$S/cm en Loc-2), apreciándose un decremento de la misma entre los muestreos de febrero y marzo, los dos de mayo y el de julio en ambas localidades (Figura 12.3c y 12.3d), correspondiente con el aumento de precipitaciones.

### 12.3.2. Variables descriptoras de la comunidad y ciclos de vida

Durante el seguimiento se han detectado las mismas 3 especies en ambas localidades. Estas han sido: *Alytes dickhilleni* (sapo partero bético), *Bufo spinosus* Daudin, 1803 (sapo común) y *Pelophylax perezi* (rana común) (López-Seoane, 1885) (Figura 12.4).

Para Loc-1, *Alytes dickhilleni* se ha detectado con una densidad o abundancia promedio en el total de muestreos de 95,92 ± 38,07 CPUEs, *Pelophylax perezi* con 1,08 ± 0,64y *Bufo spinosus* con 6,97 ± 7,49. Para Loc-2, *Alytes dickhilleni* se ha detectado con una abundancia promedio de 10,55 ± 6,88 CPUEs, *Pelophylax perezi* con 13,75 ± 9,37 y *Bufo spinosus* con 8,61 ± 6,77, representando abundancias estadísticamente similares.

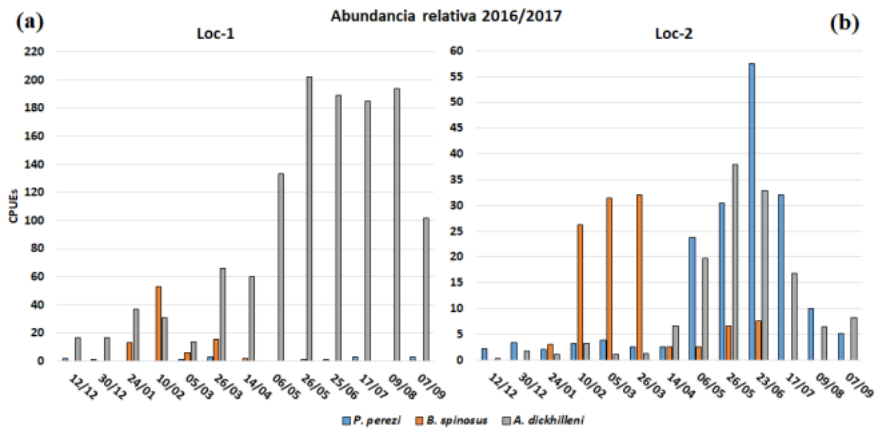


Figura 12.5: Evolución temporal de las abundancias relativas (CPUEs: Capturas por unidad de esfuerzo) por especie. Loc-1: Carrascalejo (a); Loc-2: Regidora (b).

*Alytes dickhilleni*ha aparecido en todos los muestreos en ambas localidades (Figura 12.5). *Pelophylax perezi* ha mostrado una presencia continua en Loc-2, detectándose en Loc-1 únicamente en 7 muestreos no consecutivos con CPUEs muy bajas (Figura 12.5). Estos datos podrían indicar que la especie tiene una presencia continua en la localidad, pero con una densidad muy baja que, consecuentemente, disminuye su detectabilidad. *Bufo spinosus* ha aparecido únicamente entre los meses de enero y junio (Figura 12.5).

Respecto al ciclo de vida de las especies, para *Alytes dickhilleni* se ha detectado un aumento significativo de estadios 1 a partir de marzo en ambas localidades. En Loc-1 se pasó de 2 CPUEs obtenidas en el primer muestreo de marzo a 42 CPUEs en el segundo, y en Loc-2 de 0 a 1,28 (siendo el primer muestreo en el que se detecta dicho estadio en esta localidad) (Figura 12.6a y 12.6b), lo que indica de forma aproximada la reproducción de la especie en esa fecha. En este primer muestreo de marzo, se detectó en Loc-1 la eliminación antrópica de la vegetación en gran parte de la localidad, impacto que ha podido tener cierto efecto en los ciclos larvarios. Desde el segundo muestreo de marzo hasta agosto, se ha detectado una abundancia significativa de CPUEs de estadio 1 (alcanzando su máximo en ambas localidades a finales de mayo, con 106 CPUEs en Loc-1 y 21,7 en Loc-2) indicando la continuidad de la reproducción hasta esta fecha; además, la aparición de frezas de esta especie en algunos de los muestreos realizados entre marzo y mayo en ambas localidades (Tabla 12.2) confirmaría este periodo de reproducción. En Loc-1, los estadios 1, 2 y 3 de esta especie fueron detectados en todos los muestreos,

comenzando a aparecer el estadio 4 a finales de diciembre, el 5 a finales de enero y el 6 a principios de marzo, apareciendo nuevamente tras su detección en los muestreos posteriores. Ello indica que la aparición de metamórficos ha sucedido aproximadamente entre marzo y septiembre (Figura 12.6a), detectándose individuos metamórficos entre finales de junio y septiembre (Tabla 12.2), teniendo en cuenta la ausencia de datos posteriores. En Loc-2, desde el comienzo del estudio hasta principios de marzo se ha capturado el estadio 2 a comienzos de diciembre y el 3 en los muestreos posteriores debido a la progresión del desarrollo larvario (Figura 12.6b). En esta localidad, los estadios 4 y 5 se detectaron a partir de principios de mayo, no detectándose el 5 a finales del mes (Figura 12.6b). Por su parte, el estadio 6 fue detectado desde finales de junio hasta el final del estudio en dicha localidad, mostrando a partir de esta fecha el comienzo de la aparición de metamórficos (Figura 12.6b).

Las larvas de *Bufo spinosus* se detectaron en ambas localidades a finales de enero (Figura 12.5a y 12.5b), con la presencia exclusiva de estadios 1 (Figura 12.6c y 12.6d), lo que es indicativo del comienzo de la reproducción de esta especie en enero. Hasta febrero se observó un aumento significativo de las CPUEs de estadios 1 en ambas localidades (de 13 a 18 CPUEs en Loc-1 y de 3,0 a 13,1 en Loc-2) (Figura 12.6c y 12.6d). Tanto en Loc-1 como en Loc-2 se detectaron adultos antes de la aparición de las larvas, apareciendo estos desde comienzos de diciembre hasta finales de enero en Loc-1 y hasta febrero en Loc-2 (Tabla 12.2). Las frezas se han detectado en febrero en Loc-1 (Tabla 12.2), aunque la aparición de larvas en el muestreo anterior (Figura 12.5a) refleja que tuvieron que haber frezas anteriores no detectadas. Por su parte, en Loc-2 se han detectado entre finales de diciembre y principios de febrero. Desde abril hasta el final del estudio, la abundancia relativa de la especie ha sido muy baja (Figura 12.5), lo que refleja la culminación del desarrollo larvario alrededor de estas fechas. Los estadios avanzados (4, 5 o 6) comienzan a aparecer en febrero en Loc-1 y a principios de marzo en Loc-2, siendo los estadios predominantes a partir de estas fechas. El estadio 6, concretamente, se ha detectado por primera vez a finales de marzo en ambas localidades (Figura 12.6c y 12.6d), habiéndose detectado metamórficos solo en Loc-2 entre abril y agosto (Tabla 12.2).

Respecto a *Pelophylax perezi*, en Loc-2 se ha detectado un aumento significativo de CPUEs de estadio 1 a comienzos de mayo (de 0 a 15,2 CPUEs), manteniéndose un número significativo de éstos hasta julio (Figura 12.6f), lo que indica la reproducción de la especie en dichas fechas. Para esta localidad, se han detectado adultos en todos los muestreos, y frezas entre abril y julio, lo que confirma la reproducción indicada anteriormente. En Loc-1, a

partir de finales de marzo, se han detectado individuos adultos (Tabla 12.2), y nuevos estadios 1 se verifican a finales de junio y en julio (Figura 12.6e), lo que indica la reproducción de la especie en unas fechas similares a Loc-2. Respecto a la evolución de los estadios en Loc-1, aparece el 2 y 3 en los dos muestreos de diciembre, detectándose el 4 en marzo, mientras que los estadios 6 se manifestan en julio y septiembre, lo que es indicativo de la aparición de metamórficos (Figura 12.6e). La presencia de individuos metamórficos se confirmó en los muestreos de agosto y septiembre (Tabla 12.2). En Loc-2, se han detectado estadios 1 y 2 desde el comienzo de los muestreos hasta principios de marzo, cuando se comenzó a detectar el 3. Los estadios 4 y 5 comenzaron a detectarse desde principios de mayo hasta el fin del seguimiento y el 6, al igual que en Loc-1, en julio y septiembre (Figura 12.6f), coincidiendo con la detección de metamórficos (en julio y agosto) (Tabla 12.2).

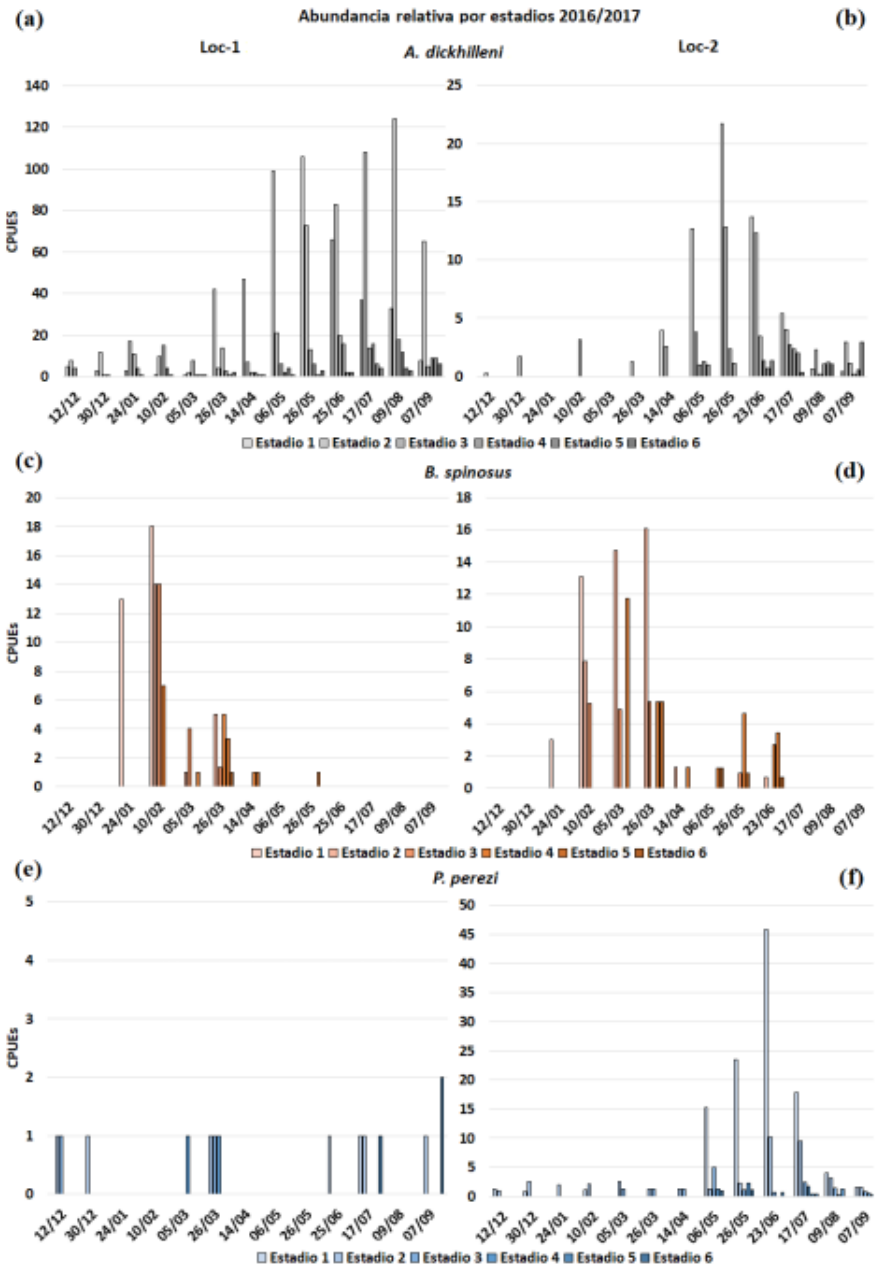


Figura 12.6: Evolución temporal de las abundancias relativas (CPUEs: Capturas por unidad de esfuerzo) por estadio para cada especie. *Alytes dickhilleni*: Loc-1, Carrascalejo (a) y Loc-2, Regidora (b). *Bufo spinosus*: Loc-1 (c) y Loc-2 (d). *Pelophylax perezi*:Loc-1(e) y Loc-2 (f).

Tabla 12.2: Datos sobre frezas, metamórficos y adultos. Fuente: Datos sobre frezas, metamórficos y adultos observados en los diferentes muestreos. Loc-1: Carrascalejo; Loc-2: Barranco Regidora (Bs): *Bufo spinosus*; (Pp): *Pelophylax perezi*; (Ad): *Alytes dickhilleni.*

| | 12/12 | 30/12 | 24/01 | 10/02 | 05/03 | 26/03 | 14/04 | 06/05 | 26/05 | 25/06 | 17/07 | 09/08 | 07/09 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Frezas** | | | | (Bs) | | | (Ad) | | | | | | |
| **Metamórficos** | | | | | | | | | | (Ad) | | (Pp) | (Pp) |
| | | | | | | | | | | | | (Ad) | (Ad) |
| **Adultos** | (Bs) | (Bs) | (Bs) | | | (Pp) | (Pp) | (Pp) | (Pp) | | | | (Pp) |
| **Loc-2** | 12/12 | 30/12 | 24/01 | 10/02 | 05/03 | 26/03 | 14/04 | 06/05 | 26/05 | 23/06 | 17/07 | 09/08 | 07/09 |
| **Frezas** | | (Bs) | (Bs) | (Bs) | | | (Pp) | (Pp) | (Pp) | | (Pp) | | |
| | | | | | | | | | (Ad) | | | | |
| **Metamórficos** | | | | | | | (Bs) | (Bs) | | (Bs) | (Pp) | (Pp) | |
| | | | | | | | | | | | | (Bs) | |
| **Adultos** | (Pp) | (Pp) | (Pp) | (Pp) | (Pp) | (Pp) | (Pp) | (Pp) | (Pp) | (Pp) | (Pp) | (Pp) | (Pp) |
| | (Bs) | (Bs) | (Bs) | (Bs) | | | | | | | | | |

## 12.4. Discusión

En los cuerpos de agua objeto del presente estudio, Carrascalejo y Regidora, se ha detectado durante el periodo de seguimiento la reproducción de 3 especies de anfibios (*Bufo spinosus*, *Alytes dickhilleni* y *Pelophylax perezi*) que representan el 60 % de la riqueza específica actualmente presente en la cuadrícula XH11 (AHE, 2017; AHEMUR, 2017), así como el 43 % de la citada para el Parque Regional de Sierra Espuña y sus zonas limítrofes (Oliva-Paterna, Escoriza, Yeloy Torralva,2015; AHE, 2017; AHEMUR, 2017).

Los resultados relativos a la detección de adultos, frezas y primeros estadios de desarrollo larvario indican que el periodo reproductor de *Bufo spinosus* está comprendido entre diciembre y febrero, el de *Alytes Dickhilleni* sucede entre febrero y julio, y el de *Pelophylax perezi* tiene lugar entre los meses de abril y julio. Para estimar este periodo se ha tenido en cuenta que, en el caso de *Alytes Dickhilleni*, tras el amplexo, las puestas portadas por los machos tardan en eclosionar alrededor de un mes (Salvador, 2015). Por ello, los períodos reproductores reflejarían cierta segregación temporal en los periodos reproductores de las diferentes especies ya descrita por Díaz-Paniagua (1988, 1992).

La aparición de las primeras fases larvarias de *Bufo spinosus* en enero ha coincidido con el aumento significativo de la profundidad del cuerpo de agua observado en Regidora (Loc-2). Éste es reflejo de las altas precipitaciones de diciembre de 2016 y enero de 2017, lo que parece confirmar que las precipitaciones son el factor que condiciona el comienzo de la estación reproductora para muchas especies de anfibios, incluida *Bufo spinosus* (Díaz-Paniagua, 1986). El periodo reproductor observado de diciembre a febrero resulta ser algo más extenso que el descrito en el Noroeste de la Región de Murcia para el ciclo anual 2002-2003 (Egea-Serrano, 2005; Egea-Serrano, et al., 2005b). Si bien, ambos son menos extensos que los citados en localidades de Portugal, Cataluña y Huelva (Salvador y García-París, 2001), donde se han descrito periodos que pueden abarcar desde noviembre hasta abril. No obstante, los resultados obtenidos en nuestro trabajo coinciden con lo expuesto por Ortiz-Santaliestra (2014), quién argumenta que la reproducción se produce principalmente en diciembre en áreas más meridionales. La presencia de larvas de *Bufo spinosus* observada en Regidora y Carrascalejo, mayormente desde enero hasta marzo, aunque se detectan en densidades bajas en los últimos muestreos en mayo, también es anterior al periodo de abril a junio descrito por Egea-Serrano (2005). En su conjunto, las diferencias observadas con el trabajo sobre la fenología del noroeste de la Región (Egea-Serrano, 2005; Egea-Serrano, et al., 2005b) podrían deberse a un régimen diferente de

precipitaciones entre los diferentes años de estudio, como se ha observado en otras zonas de España (Barbadillo, et al., 1999; Reques 2000), y al clima más cálido y seco de la zona de estudio en comparación con las anteriores. En función de la fecha de detección de las primeras fases larvarias de la especie y la presencia de las primeras larvas en estadio 6, se estima un desarrollo larvario mínimo de aproximadamente 2 meses, que quedaría dentro del rango descrito por Ortiz-Santaliestra (2014) para la especie de entre 55 y 100 días.

Para *Pelophylax perezi* sólo se han detectado frezas en Regidora (Loc-2), desde abril hasta julio, lo que muestra un período más corto que el descrito por Egea-Serrano (2005) para el Noroeste de la Región de Murcia de abril a septiembre, pero coincidiendo con las generalidades descritas sobre la especie (Egea-Serrano, 2014). Aunque la presencia de adultos en Carrascalejo (Loc-1) es discontinua, a diferencia de Regidora (Loc-2), éstos comienzan a aparecer en marzo, coincidiendo con otros estudios que han descrito un aumento de la densidad de adultos durante el periodo reproductor (Egea-Serrano, Oliva-Paterna y Torralva, 2005c). A continuación, en junio se han detectado larvas de estadio 1, indicando la reproducción de la especie en un período más breve y en menor abundancia, pero dentro del mismo rango de tiempo que Regidora (Loc-2). Esto podría explicarse, en parte, por la tipología del cuerpo de agua, que presenta una mayor vegetación de ribera que, a su vez, ofrece mayor refugio a los individuos adultos que son muy dependientes de esta variable, como ya se ha detectado en estudios anteriores (Egea-Serrano, 2005; Egea-Serrano, 2014). Los estadios 6 y metamórficos han aparecido entre julio y septiembre, lo que nos permite estimar un desarrollo larvario mínimo de alrededor de tres meses, coincidiendo con lo indicado por Egea-Serrano (2014), existiendo también larvas que han pasado el invierno en el agua, aunque no se han detectado metamórficos ni estadios 6 anteriores a julio, lo que podría indicar la muerte de estas larvas antes de la metamorfosis, como indican Álvarez, Salvador, López y Martín (1991).

La detección de las primeras fases larvarias de *Alytes Dickhilleni* en marzo difiere ligeramente de la descrita en febrero para la biología genérica de la especie (Salvador, 2015) y de la observada en el Noroeste de la Región de Murcia (Egea-Serrano, 2005; Egea-Serrano, et al., 2005b). La aparición de nuevas larvas ha continuado hasta agosto. En Regidora (Loc-2), los estadios 6 y metamórficos se han detectado desde junio hasta noviembre; y en Carrascalejo (Loc-1) desde marzo hasta septiembre, de manera similar al patrón descrito por Salvador (2015) y por Bosch y González-Miras (2012). Este resultado indica un periodo de aparición de metamórficos más amplio al descrito por Egea-Serrano (2005) para el Noroeste de la Región de Murcia entre julio y septiembre, lo que podría deberse a un clima más cálido en nuestra zona

de estudio (Sánchez-Gómez, et al., 2002) con temperaturas superiores en las aguas que favorecen desarrollos larvarios más rápidos, también descrito para otras especies como *Bufo spinosus* (Ortiz-Santaliestra, 2014). La diferencia entre el ciclo de vida en ambas localidades podría deberse a fenómenos de competencia, tanto intraespecíficas (en Loc-1) como interespecíficas (en Loc-2), así como por las diferencias de profundidad, teniendo un desarrollo más lento en cuerpos de agua más profundos como es el caso de Regidora (Loc-2) (Martínez-Solano, París, Izquierdo y García-París, 2003b). La aparición de frezas en pocos muestreos dentro del periodo reproductor de la especie estaría justificada por la incubación terrestre del género Alytes, teniendo lugar la liberación una vez las larvas han concluido el desarrollo embrionario, con lo que la eclosión es prácticamente simultánea con la liberación de los huevos (Duellman y Trueb, 1994). Adicionalmente, se detectan larvas anuales presentes todo el año en ambas localidades, es decir, estadios que han pasado el invierno en el cuerpo de agua sin realizar la metamorfosis, descrito también para el Noroeste de la Región de Murcia (Egea-Serrano, 2005). En Carrascalejo aparecieron estadios 6 antes del aumento significativo de estadios 1, correspondiéndose al desarrollo de las larvas invernantes, lo que imposibilita la estima del desarrollo larvario de las larvas primaverales. Para Regidora, se estima un desarrollo larvario mínimo de 3 meses de las larvas primaverales teniendo en cuenta la aparición de los primeros estadios 1 y 6, quedando dentro del rango descrito de 3 a 16 meses por Salvador (2015). No se han detectado estadios 6 ni metamórficos hasta pasados 3 meses de la aparición de nuevos estadios 1, lo que podría sugerir un desarrollo larvario superior a 1 año de las larvas invernantes, o bien que en este cuerpo de agua éstas no culminan la metamorfosis, como en el caso de *Pelophylax perezi* citado anteriormente (Álvarez, Salvador, López y Martín, 1991).

La población de *Alytes Dickhilleni* de la zona de estudio es una de las localizadas a menor altitud en la Región de Murcia, ya que se encuentra a 608 m.s.n.m., aunque en otras zonas más noroccidentales, por lo tanto, más frías y húmedas, hay citas a 331 m.s.n.m. (Bosch y González-Miras, 2012). La relevancia para la Región de la comunidad de anfibios de Sierra Espuña aumentó después de la detección en 2009 de la población de *Alytes Dickhilleni* (Escoriza, 2010; Oliva-Paterna, et al., 2015). La especie se distribuye de forma fragmentaria por la Región y, por tanto, la presencia de nuevos núcleos reproductores en la zona del Carrascalejo (cuerpos objetivo de nuestro estudio), justo en el borde oriental de su distribución (AHE, 2017) y próximos al espacio protegido de Sierra Espuña, es un aspecto muy interesante para su gestión y conservación a escala regional. En este sentido, los datos aportados por este estudio acerca de su fenología, abundancia, y composición de

la batracofauna acompañante aportan información clave para implementar medidas dirigidas a garantizar su persistencia.

## 12.5. Referencias

AHE. (2017). Servidor de información de anfibios y reptiles de España. Madrid, España: Asociación Herpetológica Española. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Recuperado de http://siare.herpetologica.es/

AHEMUR. (2017). Atlas herpetológico. Anfibios. Murcia, España: Asociación Herpetológica Murciana. Recuperado dehttp://asociacionherpetologicamurciana.blogspot.com.es

Álvarez, J., Salvador, A., López, P., y Martín, J. (1991). Desarrollo larvario de la rana común (Rana perezi) (Anura: Ranidae) en charcas temporales del Noroeste de la Península Ibérica. Doñana, Acta Vertebrata, 18, 123-32.

Barbadillo, L.J., Lacomba, J.I., Pérez-Mellado, V., Sancho, V., y López-Jurado, L.F. (1999). Anfibios y Reptiles de la Península Ibérica, Baleares y Canarias. Barcelona, España: GeoPlaneta.

Bosch, J. (2003). Nuevas amenazas para los anfibios: enfermedades emergentes. Munibe,16, 56-63.

Bosch, J., y González-Miras, E. (Eds). (2012). Seguimiento de *Alytes Dickhilleni*: Informe final. Monografías SARE. Madrid, España: Asociación Herpetológica Española - Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Bradley, H., Alford, R.A., Woodward, B.D., Richards, S.J., Altig, R.G., y Gascon, C. (1994). Quantitative Sampling of Amphibian Larvae. En Ronald, W., Donnelly, M.A., McDiarmid, R.W., Hayek, L.A.C., y Foster, M.S. (Eds.), Measuring and Monitoring Biological Diversity. Standard Methods for Amphibians (pp: 130-41). Washington, EEUU: Smithsonian Institution Press.

Díaz-Paniagua, C. (1986). La reproducción de Hyla meridionalis en el suroeste peninsular. Doñana, Acta Vertebrata, 13, 5-20.

Díaz-Paniagua, C. (1988). Temporal segregation in larval amphibian communities in temporary ponds at a locality in SW Spain.Amphibia-Reptilia, 9, 15-26.

Díaz-Paniagua, C. (1992). Variability in timing of larval season in an amphibian community in SW Spain. Ecography, 15, 267-72.

Díaz-Paniagua, C., Gómez, C., Portheault, A., y De Vries, W. (2005). Los anfibios de Doñana. Madrid, España: Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente.

Duellman, W.E., y Trueb, L. (1994).Biology of amphibians. Baltimore, EEUU: John Hopkins UniversityPress.

Egea-Serrano, A. (2005). La Comunidad de Anfibios de la Comarca del Noroeste de la Región de Murcia (SE Península Ibérica): Patrón de Distribución y Estrategia Reproductora (tesis de licenciatura). Universidad de Murcia, Murcia, España.

Egea-Serrano, A., Oliva-Paterna, F.J., Miñano, P., Verdiell, D., De Maya, J.A.,Andreu, A., ... Torralva, M. (2005a). Actualización de la distribución de los anfibios de la Región de Murcia (SE Península Ibérica). Anales de Biología, 27, 53-62.

Egea-Serrano, A., Oliva-Paterna, F.J., y Torralva, M. (2005b). Fenología reproductiva de la comunidad de anfibios del Noroeste de la Región de Murcia (SE de la Península Ibérica). Zoologica Baetica,16, 59-72.

Egea-Serrano, A., Oliva-Paterna, F.J., y Torralva, M. (2005c). Selección de hábitat reproductor por Rana perezi Seoane, 1885 en el N.O. de la Región de Murcia (S.E. Península Ibérica).Revista Española de Herpetología, 19, 113-25.

Egea-Serrano, A. (2014). Rana común – *Pelophylax perezi*. EnA. Salvador, y I. Martínez-Solano (Eds.), Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC), Madrid, España. Recuperado dehttp://www.vertebradosibericos.org/

Escoriza, E. (2010). Memoria de los trabajos de seguimiento del género Alytes sp. en el Parque Regional de Sierra Espuña. Murcia: Asociación Herpetológica Murciana (informe inédito).

Fernández-Cardenete, J.R., Alaminos-Alaminos, E., Benavides-Sánchez de Molina, J., Escoriza, E., García-Cardenete, L., Garrido, G., ... Verdiell-Cubedo, D. (2013). Guía de los anfibios del sureste ibérico. Parrondo-Celdrán, P. (coord.). Murcia: Asociación Columbares.

García-París, M. y Arntzen, J.W. (2002). *Alytes Dickhilleni*. En J.M. Pleguezuelos,R. Márquez, y M. Lizana (Eds.),Atlas y Libro Rojo de los Anfibios y Reptiles de España (pp: 240-42). Madrid, España: Dirección General de Conservación de la Naturaleza - Asociación Herpetológica Española (2ª impresión).

García-París, M., Montori-Faura, A., y Herrero-Solans, P. (2004). Fauna

Ibérica Vol. 24. Amphibia: Lissamphibia. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Gosner, K.L. (1960). A simplified table for staging anuran embryos and larvae with notes on identification. Herpetologica, 16, 183-90.

Hernández-Gil, V. (2005). Los anfibios de la Región de Murcia: un enigma, su catálogo y distribución, y un reto, su conservación. Boletín Asociación Herpetológica Española, 15 (2), 90-94.

Jakob, C.H., Poizat, G.,Veith, M., Seitz, A., y Crivelli, A.J. (2003). Breeding phenology andlarval distribution of amphibians in a Mediterranean pond network with unpredictablehydrology. Hydrobiologia, 499, 51-61. doi: 10.1023/A:1026343618150

Martínez-Solano, I. (2017). Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Lista de los anfibios de España. Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC), Madrid, España. Recuperado dehttp://www.vertebradosibericos.org/

Martínez-Solano, I., Bosch, J., y García-París, M. (2003a). Demographic trends and community stability in a montane amphibian assemblage. Conservation Biology,17(1), 238-44. doi: 10.1046/j.1523-1739.2003.01096.x

Martínez-Solano, I., París, M., Izquierdo, E., y García-París, M. (2003b). Larval growth plasticity in wild populations of the Betic midwife toad, *Alytes Dickhilleni* (Anura: Discoglossidae). Herpetological Journal, 13, 89-94.

Oliva-Paterna, F.J., Escoriza, E., Yelo, N., y Torralva, M. (2015). La singular fauna de anfibios de Sierra Espuña. Quercus, 358, 29-34.

Ortiz-Santaliestra, M.E. (2014). Sapo común – *Bufo spinosus*. En A. Salvador, y I. Martínez-Solano (Eds.), Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid, España. Recuperado dehttp://www.vertebradosibericos.org/

Paton, P.W.C., y Crouch WB. (2002). Using the Phenology of Pond-Breeding Amphibians to Develop Conservation Strategies. Conservation Biology, 16 (1): 194-204. doi: 10.1046/j.1523-1739.2002.00260.x

Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listadode Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas. Boletín Oficial del Estado, 23 de febrero de 2011. Núm. 43.BOE-A-2011-3582.

Reques, R. (2000). Anfibios. Serie Recursos Naturales de Córdoba. Córdoba: Diputación de Córdoba, Delegación de Medio Ambiente y Protección Civil.

RACE. (2015). Hygiene protocol to contain the spread of Chytridiomycosis

during fieldwork.

Salvador, A. (2015). Sapo partero bético - *Alytes Dickhilleni*. EnA. Salvador, y I. Martínez-Solano. (Eds.) Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC), Madrid, España. Recuperado dehttp://www.vertebradosibericos.org/

Salvador, A., y García-París, M. (2001). Anfibios españoles. Talavera, España: Esfagnos-Canseco.

Sánchez-Gómez, P., Carrión, M.A., Hernández-González, A., y Guerra, J. (2002). Libro rojo de la flora silvestre protegida de la Región de Murcia. Murcia, España: Dirección General del Medio Natural, Región de Murcia.

Stuart, S.N., Chanson, J.S., Cox, N.A., Young, B.E., Rodrigues, A., Fischman, D.L., y Waller, R.W. (2004). Status and Trends of Amphibians: Declines and Extinctions Worldwide. Science, 306 (5702), 1783-6.doi: 10.1126/science.1103538

Torralva, M., Oliva-Paterna, F.J., Egea, A., Miñano, P.A., Verdiell, D., De Maya, J.A., y Andreu, A. (2005). Atlas de Distribución de los Anfibios de la Región de Murcia. Murcia, España: Consejería de Industria y Medio Ambiente.

# Capítulo 13

# Cuantificación de los impactos del cambio climático sobre las patologías relacionadas con la contaminación atmosférica en europa. Modelización enfocada a los casos y costes

# Cuantificación de los impactos del cambio climático sobre las patologías relacionadas con la contaminación atmosférica en europa. Modelización enfocada a los casos y costes

Patricia Tarín Carrasco[1]
patricia.tarin@um.es

María Morales-Suárez-Valera[2]
maria.m.morales@uv.es

UlasIm[3]
ulas@envs.au.dk

Jørgen Brandt[3]
jbr@envs.au.dk

Pedro Jiménez Guerrero[1]
pedro.jimenezguerrero@um.es

[1]Departamento de Física, Facultad de Química, Universidad de Murcia. [2]Departamento de Medicina preventiva, Universidad de Valencia. [3]Department of Environmental Science, Aarhus University (Denmark).

**Resumen:** La contaminación atmosférica, estrechamente relacionada con el cambio climático, tiene importantes repercusiones en la salud humana y costes externos asociados en la sociedad. Este estudio pretende evaluar los impactos de la contaminación atmosférica presente (1996-2015) y futura (escenario RCP8.5, 2071-2100) para varias patologías y, tras ello, estimar la diferencia en los costes asociados a esas enfermedades sobre la población europea. En general, todas las patologías estudiadas aumentarán en el futuro, incrementándose el coste global asociado de 173.000 a más de 204.000 millones €/año para final del siglo presente. La muerte prematura es la patología más importante en el área de estudio en términos de costes y casos. En el caso del periodo 2071-2100, el sur y el este de Europa aumentarán sus casos y costes, mientras que, en el centro y el norte de Europa, con la acción del cambio climático, se espera una disminución de ambas variables.

**Palabras clave:** Cambio climático, Contaminación atmosférica, Impactos en salud humana.

## 13.1. Introducción

En la actualidad, la contaminación atmosférica es un serio problema ambiental que tiene graves impactos en la salud de la población: por un lado, como consecuencia de su estrecha relación con el cambio climático; y, por otro lado, debido a los efectos que la contaminación tiene sobre la salud y el bienestar de las personas. La contaminación atmosférica es un problema ambiental que afecta a la población de todo el planeta, ya sea por la contaminación local o transfronteriza (Ravishankara, Dawson y Winner, 2012). En 2012, 3,7 millones de muertes prematuras fueron causadas por la exposición a contaminación atmosférica en el mundo entero (World Health Organization [WHO], 2013). Además, indirectamente, la contaminación atmosférica tiene costes externos en la sociedad relacionados con los daños causados en la salud humana. Por esta razón, el control de las emisiones de contaminantes a la atmósfera, unido a una estimación fiable de la calidad del aire en el futuro, puede representar una buena estrategia de mitigación. Sin embargo, esto no siempre es sencillo. En la actualidad, los sectores del tráfico y la generación de energía son los que más contribuyen a las emisiones en Estados Unidos (EE.UU.) y Europa (Lelieveld, Evans, Fnais, Giannadaki y Pozzer, 2015). Los objetivos europeos para la calidad del aire no se alcanzan en el sur de Europa, no sólo por las emisiones antrópicas, sino también por las emisiones naturales (Pozzer et al., 2012), siendo la cuenca mediterránea la zona de Europa más afectada por el aumento de la contaminación atmosférica –tanto en escenarios presentes como futuros (Colette et al., 2012; Jiménez-Guerrero, Jerez, Montávez, Trigo, 2013a). La cuantificación de muertes prematuras causadas por la contaminación atmosférica es difícil por varias razones. En primer lugar, por la falta de estaciones de monitoreo. En segundo lugar, por la toxicidad variable de los contaminantes en función de su naturaleza (Lelieveld et al., 2015), ya que, los efectos de los contaminantes sobre la población son diversos dependiendo de su composición, tiempo de exposición y estado de salud de la población. También deben considerarse los hábitos de vida (por ejemplo, se recomienda reducir el tiempo de exposición y la actividad física al aire libre con altas concentraciones de contaminantes) (Stieb et al., 2017). En tercer lugar, la combinación de diversos contaminantes puede tener efectos aditivos o sinérgicos en la salud (Curtis, Rea, Smith-Willis, Fenyves, Pan, 2006). Finalmente, otro factor que dificulta la atribución de la mortalidad causada por la contaminación atmosférica es su asociación con altas temperaturas (Pearce et al., 2016). Estos autores muestran la relación entre la exposición a corto plazo a altas temperaturas y el riesgo de mortalidad. Por lo tanto, los eventos extremos de temperatura son otro aspecto a tener

en cuenta para la salud de las personas, que afectará a la población bajo las condiciones del cambio climático. Los contaminantes de mayor preocupación para la salud humana en Europa son las partículas menores de 2,5 micras ($PM_{2.5}$), óxidos de nitrógeno ($NO_x$), dióxido de azufre ($SO_2$), ozono troposférico ($O_3$) y monóxido de carbono (CO) (Pozzer et al., 2012). Tanto el $O_3$ como $PM_{2.5}$ están relacionados con enfermedades cardiorrespiratorias y muerte prematura. El contaminante más importante para la mortalidad es $PM_{2.5}$, con una importante disminución de la esperanza de vida proyectada para futuras proyecciones (Héroux et al., 2015). La exposición a $PM_{2.5}$ puede afectar gravemente a la salud humana (Brook et al., 2010), penetrando en los pulmones o, incluso, en los alvéolos pulmonares (Pope y Dockery, 2006). Estos contaminantes producen síntomas y enfermedades cardiorrespiratorias, aumento de los casos de asma, ataques cardiacos, accidentes cerebrovasculares, e incluso mortalidad prematura (Tagaris et al., 2010). Además, las partículas finas pueden producir daños, incluso, en pequeñas concentraciones (Beelen et al., 2014). Giannadaki, Lelieveld, y Pozzer (2016) estimaron las muertes prematuras causadas por $PM_{2.5}$ en 3,15 millones/año en 2010 a nivel mundial, mientras que su estimación para Europa fue de alrededor de 173.000 muertes prematuras (alrededor del 5 % de la tasa global). Por otra parte, los contaminantes gaseosos como $NO_x$ o $SO_2$ pueden entrar en el organismo vía inhalatoria y afectar al sistema respiratorio, irritando las vías respiratorias y llegar a producir broncoconstricción o asma (Kampa y Castanas, 2007). Además, el cambio climático por sí solo puede afectar a la concentración de estos contaminantes gaseosos y partículas a través de modificaciones en la química en fase gaseosa, transporte, deposición y emisiones naturales (Jacob y Winner, 2009). La modelización (junto con la teledetección) pueden representar una buena metodología para desentrañar el papel del cambio climático en la contaminación atmosférica y obtener futuras proyecciones de la calidad del aire (Jerrett et al., 2016). Debido a los cambios en las condiciones climáticas futuras, la calidad del aire empeorará considerablemente, especialmente en el sur de Europa (Jiménez-Guerrero et al., 2013a). Varios estudios han combinado la ciencia atmosférica, la epidemiología, la salud pública y la economía, y tratan de evaluar la futura contaminación del aire, estrategias de mitigación y su relación y repercusión en la salud de la población y los costes asociados. Por ejemplo, Geels et al. (2015) indican que el efecto del cambio climático, junto con la reducción de emisiones, reducirá la muerte prematura causada por la contaminación atmosférica. Estos autores estimaron una reducción de la mortalidad aguda causada por PM entre un 36 % y un 64 % para 2050s y entre un 53 % y un 84 % para 2080s; y una disminución de la mortalidad crónica de entre un 62 % y casi un 80 % para los mismos períodos futuros. Otro estudio (Héroux et al., 2015) sugiere que el riesgo de mortalidad

asociado a la contaminación del aire puede ser reversible en un corto período, como un año. A partir de ahora, este capítulo se centra en el análisis de los problemas de salud de la población causados por los contaminantes regulados en Europa, y sus costes asociados. En primer lugar, la metodología seguida intenta obtener la correlación (si la hay) entre partículas con un diámetro inferior a 10 micras ($PM_{10}$) y las muertes totales y causadas por enfermedades respiratorias en Europa, utilizando datos epidemiológicos de la Comisión Europea para el período 2001-2012. A continuación, para evaluar el impacto de la contaminación atmosférica en la salud para escenarios presentes y futuros, se utilizarán los datos de un modelo regional químico/climático para la climatología presente (1996-2015), para estimar los casos y los costes asociados de algunas patologías relacionadas con la contaminación atmosférica, y las diferencias encontradas para un escenario climático futuro (2071-2100, RCP8.5). Este capítulo consta de cuatro apartados. Tras esta introducción, en el siguiente apartado se indica la metodología, donde se explica el procedimiento seguido para el desarrollo del estudio (para el estudio epidemiológico, para las simulaciones químico/climáticas regionales usadas en el trabajo y para el estudio de los impactos de la calidad del aire sobre las distintas patologías estudiadas). A continuación, en el tercer apartado se presentan los resultados obtenidos en el estudio y la discusión de los mismos y, finalmente, las conclusiones del trabajo son presentadas tras analizar los resultados obtenidos en el mismo

## 13.2. Metodología

### 13.2.1. Estudio epidemiológico para la situación actual climática

Primero se realiza un estudio epidemiológico para la situación presente, donde los datos se obtuvieron de la página de la Comisión Europea (https://ec.europa.eu/commission/index_en). Se analiza la muerte total (MT) y la muerte causada por enfermedades respiratorias (MCER). El objetivo es encontrar la relación entre dichas mortalidades y la contaminación atmosférica (en el caso de nuestro estudio, $PM_{10}$, debido a que la serie de datos disponible para $PM_{2.5}$ es muy corta). El estudio se ha hecho con los datos desde los años 2001 a 2012. Aunque los datos de mortalidad estaban disponibles desde el año 1994, el periodo de estudio no empieza hasta 2001 debido a la disponibilidad de datos de $PM_{10}$. Este estudio abarca un total de 25 países europeos, con una cobertura de tiempo no homogénea –ya que

la fecha de entrada en la Unión Europea es diferente en función del país al que nos refiramos. Teniendo en cuenta la disponibilidad de datos, los países que se seleccionaron para el análisis epidemiológico fueron Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Luxemburgo, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Rumanía, Suecia y Suiza. La correlación no se calcula directamente sobre los datos en bruto: a las series de mortalidad y $PM_{10}$ se les elimina la tendencia con el fin de evitar falsas correlaciones. Con la serie de anomalías, se realiza una correlación entre la mortalidad total y $PM_{10}$ y entre las muertes causadas por enfermedad respiratoria y dicho contaminante. Las correlaciones obtenidas se someten al test de Mann-Kendall para asegurar su significancia con una confianza del 95 % (p-valor $< 0,05$).

### 13.2.2. Simulaciones químico/climáticas regionales

Además, se utilizan datos del modelo de calidad del aire para verificar los posibles cambios en las patologías y las enfermedades entre los escenarios presente y futuro de cambio climático. Las simulaciones usadas para evaluar la calidad del aire en esta investigación abarcan los periodos 1996-2015, como el periodo presente de referencia, y 2071-2100, bajo el escenario RCP8.5 (Moss et al., 2010) –como escenario futuro en el que se realza la acción del cambio climático. La diferencia entre estas dos proyecciones proporcionará los futuros cambios en la calidad del aire. El modelo regional químico/climático utilizado ha sido WRF-Chem (Grell et al., 2005). La configuración del modelo espacial comprende un dominio que abarca la mayor parte de Europa meridional y central con una resolución de 25 km para las simulaciones WRF-Chem. Treinta y tres niveles sigma se consideran en la vertical, con la parte superior de la atmósfera a 50 hPa. Se puede encontrar más información sobre la configuración físico-química del modelo en la literatura científica (Forkel et al., 2015; Palacios-Peña et al., 2017). En resumen, las configuraciones WRF Chem utilizadas incluyen las siguientes opciones: RADM2 mecanismo químico; Módulo de aerosol MADE/SORGAM incluyendo reacciones acuosas; Esquema de fotólisis de Fast-J; esquema RRTMG de radiación de ondas cortas y de onda larga; esquema YonseiUniversity PBL (YSU) para la capa límite planetaria; la deposición seca sigue el enfoque de resistencia Wesely, mientras que la deposición húmeda se divide en deposición húmeda convectiva y deposición húmeda en escala de cuadrícula. Con el fin de aislar los posibles efectos del cambio climático sobre los contaminantes atmosféricos, se asumen las emisiones antropogénicas inalteradas proceden-

tes de Atmospheric Chemistry and Climate Model Intercomparison Project (ACCMIP) (Lamarque et al., 2010). Esto permite anticipar los posibles impactos si no se llevan a cabo estrategias de mitigación de los contaminantes regulados. Las emisiones naturales dependen de las condiciones climáticas y, por lo tanto, varían en las simulaciones presentes y futuras. Por lo tanto, los efectos del cambio climático en la contaminación atmosférica siguen la metodología explicada en Jiménez-Guerrero et al. (2013b), excluyendo posibles cambios en la vegetación o el uso del suelo.

### 13.2.3. Impactos de la calidad del aire presente y futuro sobre las patologías

Las patologías que se relacionan con la calidad del aire en este estudio son: Ingresos Hospitalarios Respiratorios (IHR), Ingresos Hospitalarios Cerebrovasculares (IHC), Insuficiencia Cardiaca Congestiva (ICC), Bronquitis Crónica (BC), cáncer de pulmón (CP) y muertes prematuras (MP) –este último, relacionado con la mortalidad aguda y la mortalidad crónica como se define en (Brandt, et al., 2013a; Brandt, et al., 2013b). Para ello, se obtuvieron los datos de población en celdas del Centro de Datos Socioeconómicos y Aplicaciones (SEDAC) de la NASA (http://sedac.ciesin.columbia.edu) con una resolución de 1 $km^2$ e interpolados a la malla de trabajo. Dado que la cobertura del análisis realizado es de 1996 a 2015, se utiliza el conjunto de datos de la densidad de población v4 para el año 2005, basado en los conteos consistentes con los censos nacionales y los registros de población. La población por cada una de las celdas de la malla se muestra en la Figura 13.1. Para el escenario futuro, la población se ha mantenido constante con el fin de tener una suposición de los posibles impactos debido sólo a los cambios en la calidad del aire.

Para calcular los impactos de la calidad del aire sobre las patologías mencionadas anteriormente, se sigue la metodología descrita en el sistema EVA (Brandt et al., 2013a, Brandt et al., 2013b), y las referencias incluidas en el mismo. En esta investigación se utiliza la población de SEDAC junto con las simulaciones WRF-Chem y las funciones de exposición-respuesta y valoraciones económicas (como 2006 euros) recopiladas en Brandt et al., (2013a) para estimar los costes externos de la contaminación atmosférica. El coeficiente de exposición-respuesta y la valoración utilizada se recogen en la Tabla 13.1.

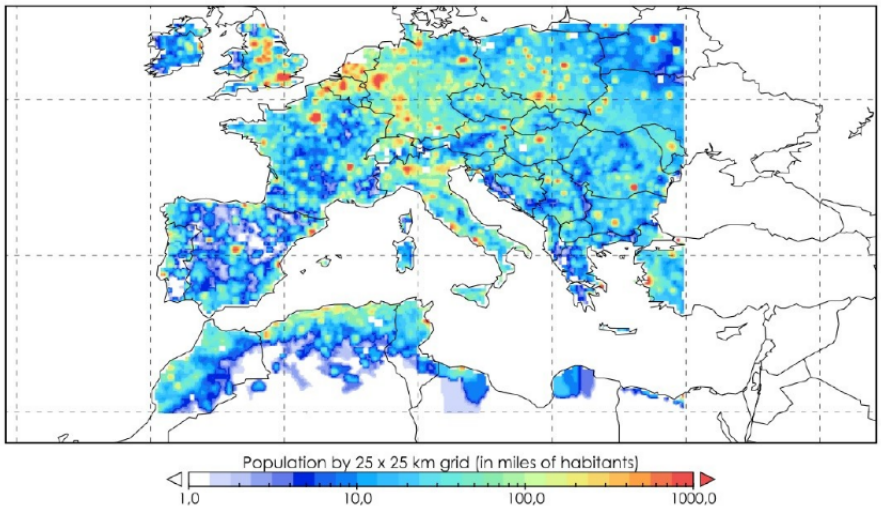


Figura 13.1: Población en cada una de las celdas de la malla (en miles de habitantes) (datos de la población SEDAC para 2005).

## 13.3. Resultados y discusión

### 13.3.1. Estudio estadístico epidemiológico para la situación presente

En este apartado se analizan los datos obtenidos en la página de la Comisión Europea. Después de eliminar la tendencia de los datos y calcular las anomalías para las muertes totales (MT), las muertes causadas por enfermedades respiratorias (MCER) y $PM_{10}$, se establecen las correlaciones para cada país entre las mortalidades y las partículas. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 13.2, donde los valores en negrita indican correlaciones significativas para el intervalo de confianza del 95 % (p-valor $< 0,05$). Países como Alemania, Hungría, Italia y Eslovenia presentan una clara relación entre dicho contaminante y MT y MCER, con una alta correlación en las series de anomalías y alta significancia estadística. Mientras que países como República Checa, Estonia o Suiza presentan una correlación estadística significativa notable sólo para la correlación entre MT y $PM_{10}$. En el resto de los países, debido principalmente a la corta serie de datos, los resultados obtenidos no presentan significancia (por ejemplo, Bulgaria, Dinamarca, Francia, Reino Unido, España e Islandia) o una correlación muy baja (por ejemplo, Austria, Países Bajos y Suecia). Por lo tanto, para varios países (a pesar de la corta serie de datos) podemos establecer una relación entre la mortalidad (especial-

Tabla 13.1: Patología, coeficiente de exposición respuesta y valuación económica (tomado de [Brandt, et al., 2013a]).

| **Patología** | **Coeficiente exposición-respuesta** | **Valuación** |
|---|---|---|
| Ingresos Hospitalarios Respiratorios (IHR) | $3{,}46 \times 10^{-6}$ casos/µg $m^{-3}$ PM<br>$+2{,}04 \times 10^{-6}$ casos/µg $m^{-3}$ $SO_2$ | 7931 €/caso |
| Ingresos Hospitalarios Cerebrovasculares (IHC) | $8{,}42 \times 10^{-6}$ casos/µg $m^{-3}$ PM | 10047 €/caso |
| Insuficiencia Cardiaca Congestiva (ICC) | $3{,}09 \times 10^{-5}$ casos/µg $m^{-3}$ PM<br>$+5{,}64 \times 10^{-7}$ casos/µg $m^{-3}$CO | 16409 €/caso |
| Bronquitis Crónica (BC) | $8{,}20 \times 10^{-5}$ casos/µg $m^{-3}$ PM | 52962 €/caso |
| Cáncer de Pulmón (CP) | $1{,}26 \times 10^{-5}$ casos/µg $m^{-3}$ PM | 21152 €/caso |
| Muerte prematura (MP) | $3{,}27 \times 10^{-6}$SOMO35 casos/µg $m^{-3}$<br>$+7{,}85 \times 10^{-6}$casos/µg $m^{-3}$ $SO_2$<br>$+1{,}138 \times 10^{-3}$ YOLL/µg $m^{-3}$ (>30yr) | 2111888 €/caso<br><br>77199 €/YOLL |

mente, MT) y los niveles atmosféricos de $PM_{10}$. Generalmente, la correlación entre MT y $PM_{10}$ es mayor que la correlación entre MCER y $PM_{10}$. Como señalan varios autores, la justificación de estos valores de correlación más altos se puede encontrar en que la mortalidad causada por $PM_{10}$ se relaciona con patologías que no son sólo respiratorias, sino también cardiaca, cerebro vascular, etc. (Curtis et al., 2006; Tagariset al., 2010;Pozzer et al., 2012).

Tabla 13.2: Resultados de las correlaciones de Muertes Totales (MT) y Muertes Causadas por Enfermedades Respiratorias (MCER) con $PM_{10}$ para los países europeos. Los valores en negrita indican una correlación significativa (p¡0,05).

| **País** | **MT-PM10** | **MCER-PM10** | **País** | **MT-PM10** | **MCER-PM10** |
|---|---|---|---|---|---|
| Austria | **0,047** | **0,313** | Luxemburgo | 0,503 | -0,105 |
| Bélgica | **0,071** | 0,051 | Paises Bajos | **0,086** | **0,128** |
| Bulgaria | -0,363 | -0,225 | Noruega | -0,020 | 0,400 |
| República Checa | **0,455** | **0,313** | Polonia | -0.125 | 0,095 |
| Dinamarca | **0,114** | -0,261 | Portugal | -0,579 | -0,571 |
| Estonia | **0,407** | -0,391 | Rumania | -0,146 | -0,340 |
| Finlandia | **0,168** | -0,155 | Eslovaquia | **0,258** | **0,273** |
| Francia | 0,230 | 0,272 | Eslovenia | **0,525** | **0,418** |
| Alemania | **0,522** | **0,512** | España | 0,322 | 0,243 |
| Hungria | **0,492** | **0,678** | Suecia | **0,199** | 0,195 |
| Islandia | -0,387 | -0,649 | Suiza | **0,351** | **0,169** |
| Irlanda | -0,104 | **0,240** | Reino Unido | -0,034 | -0,050 |
| Italia | **0,508** | **0,747** | | | |

### 13.3.2. Estudio de los escenarios presente y futuro para las patologías y costes relacionados con la contaminación atmosférica.

En este apartado se analizan los resultados obtenidos para la distribución de los casos (número de personas) de las diferentes patologías causadas por varios contaminantes presentes en el aire para un clima presente (1996-2015) y las diferencias con el escenario futuro RCP8.5 (2071-2100). En la Tabla 13.3 se muestra un resumen de los casos globales y los costes asociados.

Tabla 13.3: Número medio de casos (en miles de casos) y costes asociados (en millones de €) por año para cada patología, para las condiciones climáticas actuales (1996-2015) y las variaciones para el escenario futuro RCP8.5 (2071-2100) para todo el dominio de la simulación.

| **Patología** | **Casos ($x10^3$) (1996-2015)** | **ΔCases ($x10^3$) (2071-2100)** | **Costs (M€) (1996-2015)** | **ΔCosts (M€) (2071-2100)** |
|---|---|---|---|---|
| Ingresos Hospitalarios Respiratorios (IHR) | 16,4 | +3,8 | 87,1 | +20,5 |
| Ingresos Hospitalarios Cerebrovasculares (IHC) | 31,9 | +7,9 | 214,8 | +53,1 |
| Insuficiencia Cardiaca Congestiva (ICC) | 117,1 | +28,9 | 1288,3 | +318,3 |
| Bronquitis Crónica (BC) | 310,6 | +76,8 | 11982 | +2962,8 |
| Cáncer de Pulmón (CP) | 47,7 | +11,9 | 764,7 | +189,1 |
| Muerte Prematura (MP) | 418,7 | +94,9 | 158970 | +27346,0 |

#### Ingresos Hospitalarios Respiratorios (IHR)

Los resultados para el dominio europeo estudiado (Tabla 13.3) indican 16400 casos de IHR por año en el período 1996-2015, aumentando en 3800 casos para el escenario RCP8.5 2071-2100. Los costes externos asociados a esta patología representan 87,1 millones de euros para el clima actual, aumentando en el escenario futuro en 20,5 M€(es decir, un aumento en casos y costes de +23

Si se buscan diferencias locales para IHR (Figura 13.2), el mayor número de casos se encuentra en el norte del área de estudio (en países como Bélgica, Países Bajos o en las zonas occidentales de Alemania). Aparecen varios hotspots en París y Bucarest, con un promedio de 200 casos por año en 1996-2015. Los casos con los valores más bajos están en el norte de España y el centro de Francia, con menos de 0,25 casos. Con respecto a las diferencias futuras (2071-2100), y a pesar del aumento global de los casos en Europa, se observan

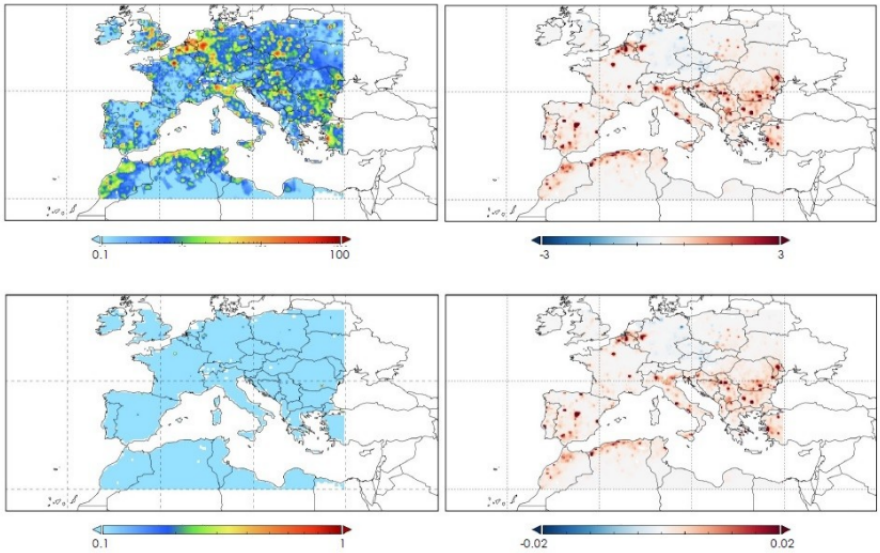


Figura 13.2: (Columna izquierda) (arriba) Casos presentes de Ingresos Hospitalarios Respiratorios (IHR) y (abajo) costes asociados en M€. (Columna derecha) Cambios proyectados para casos de IHR (arriba) y cambios en costes (M€) (abajo) para el escenario RCP8.5 (2100).

fuertes diferencias entre el sur y el norte de Europa. En el centro/norte de Europa se prevé una ligera disminución de los casos de IHR en ciudades localizadas en Alemania (Berlín) o Austria (Viena) (hasta –4 casos), mientras que los casos de IHR pueden aumentar hasta 122 en el sur y este de Europa. Los costes siguen el mismo patrón espacial que los casos, como se esperaba. A pesar de que los impactos económicos en la sociedad son limitados, para varias megaciudades europeas como París, Colonia o Bucarest, el coste actual de IHR puede llegar a 1 millones de €. Para el escenario futuro, se espera que los costes externos aumenten en varias áreas europeas, especialmente en Europa oriental, área que apenas tuvo costes asociados en la climatología presente, o en países del sur como España e Italia. En estas últimas áreas, los costes aumentan en más de 0,5 millones de €para 2071-2100 con respecto al período 1996-2015.

### Ingresos Hospitalarios Cerebrovasculares (IHC)

La Tabla 13.3 indica un total de 31900 casos de IHC por año en el periodo 1996-2015 (costes externos de 214,8 millones de €), con un aumento para todo el dominio de 7900 casos en el escenario RCP8.5 2071-2100 (aumento

de los costes 53,1 millones de €). Es decir, los casos y los costes globales aumentarán en + 25 % a finales del siglo XXI con respecto a la situación actual.

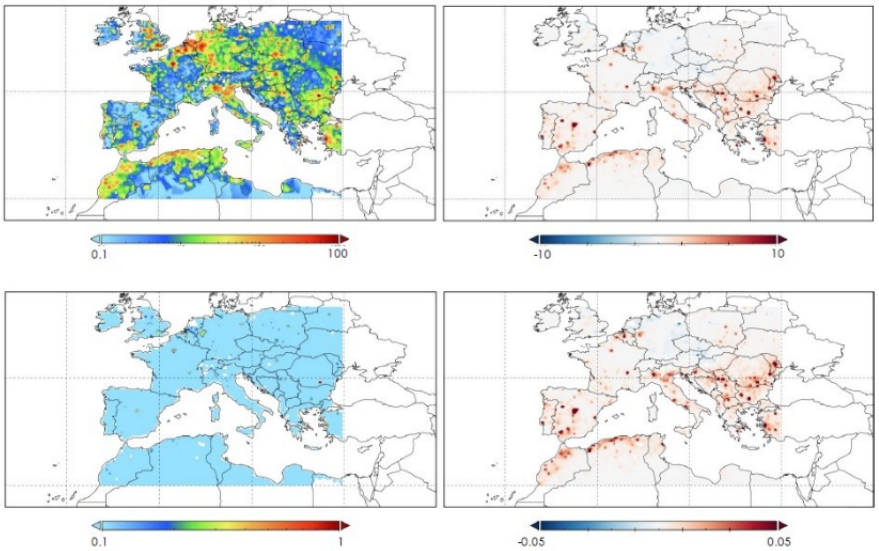


Figura 13.3: (Columna izquierda) (arriba) Casos presentes de Ingresos Hospitalarios Cerebrovasculares (IHC) y (abajo) costes asociados, en M€. (Columna derecha) Cambios proyectados en casos de IHC (arriba) y cambios en los costes (M€) (abajo) para escenario RCP8.5 (2071-2100).

En cuanto a la distribución espacial de IHC, en Bucarest se encuentran hasta 400 casos por año (Figura 13.3) con un coste externo asociado de 2,5 millones de €. Muchas de las grandes ciudades europeas superan los 100 casos para el período actual. Los países con mayor número de ingresos son Bélgica, Países Bajos y Alemania. Por otro lado, la mitad norte de la Península Ibérica es el área menos afectada por la patología IHC. Con respecto a las diferencias con el escenario RCP8.5 2071-2100, el patrón espacial sigue la misma estructura que para los casos de IHR mostrados en la Figura 13.2: en general, un incremento en el sur de Europa (hasta 270 casos por año) y una ligera disminución principalmente en ciudades de los Países Bajos, Alemania y Austria (hasta 10 casos por año). El aumento de costes en el escenario futuro puede llegar a ser de 2 millones de € en grandes ciudades como Madrid, Bucarest o París, mientras que las zonas donde disminuirán los casos de IHC se espera una disminución en 0,5 millones de €.

### Insuficiencia cardiaca congestiva (ICC)

La ICC, como se indica en la Tabla 13.3, provoca 117100 casos por año en Europa en el período 1996-2015, con un coste externo asociado de 1.300 millones de €. El cambio climático futuro aumentará los casos de ICC en un 24 % (28900 casos para todo el dominio), aumentando también los costes asociados en el mismo porcentaje (aumento de 318,3 millones de € en costes externos para el período 2071-2100).

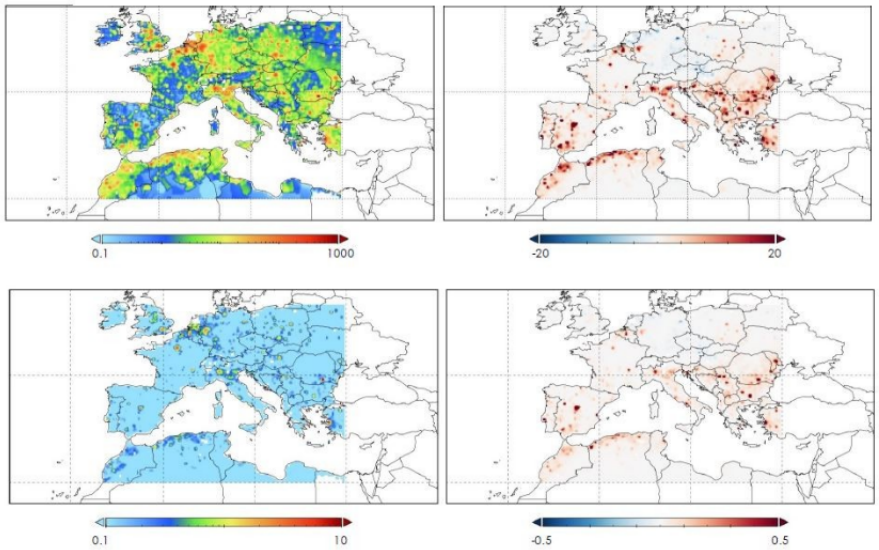


Figura 13.4: (Columna izquierda) (arriba) Casos presentes de Insuficiencia Cardiaca Congestiva (ICC) y (abajo) costes asociados en M€. (Columna derecha) Cambios proyectados para casos de ICC (arriba) y cambios en costes (M€) (abajo) para el escenario RCP8.5 (2071-2100).

Con respectos a la distribución espacial de ICC (Figura 13.4), dentro del área objetivo, una vez más, la mayor parte de los casos de ICC se encuentran en Bélgica y la cuenca de Ruhr; sin embargo, aparecen algunos hotspots puntuales en grandes ciudades europeas (Londres, París, Madrid) con más de 1000 casos (costes superiores a 10 millones de €), estando el mayor número de casos localizado en Bucarest (más de 1500 casos al año, con un coste asociado de más de 16 millones de €). Los casos de ICC están ampliamente distribuidos en todo el territorio, con valores generalmente inferiores a 10 casos. El área con el número más bajo de casos del ICC para 1996-2015 es el norte de la península ibérica. Para las proyecciones futuras, se prevé un aumento de ICC de cerca de 1000 casos en Bulgaria (Sofía y Craiova) y Moldavia (Chisinau), con un aumento de los costes asociado de hasta 11

millones de euros. Una vez más, se observa una disminución de los casos (-36 casos) y costes asociados (diferencias de -0,4 millones de €) en ciudades de Europa central como Viena o Berlín para el escenario RCP8.5 2071-2100.

### Bronquitis Crónica (BC)

La Tabla 13.3 indica que los casos de BC exceden los 310600 casos por año en todo el dominio de estudio para el periodo 1996-2015 (coste 12000 millones de euros), incrementándose en 76800 casos en el escenario RCP8.5 (2071-2100). También aumenta el coste en 3000 millones de euros en toda Europa para el domino de estudio (+25 %).

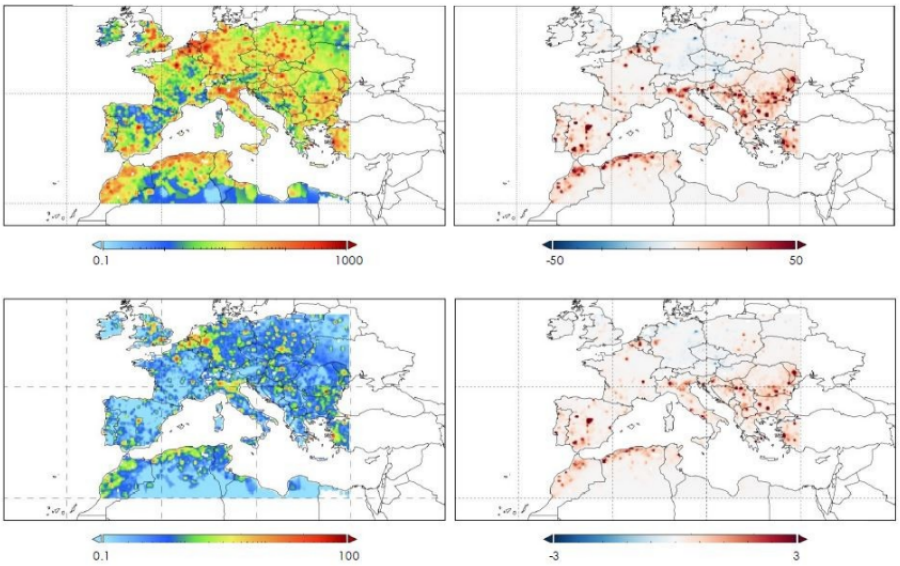


Figura 13.5: (Columna izquierda) (arriba) Casos presentes de Bronquitis Crónica (BC) y (abajo) costes asociados, en M€. (Columna derecha) Cambios proyectados en casos de BC (arriba) y cambios en costes (M€) (abajo) para escenario RCP8.5 (2071-2100).

Los casos de BC están distribuidos de manera desigual en Europa (Figura 13.5). Esta patología se distribuye por toda la zona de estudio de forma análoga a IHC (Figura 13.3), ya que el coeficiente de exposición-respuesta de BC y IHC depende sólo de la concentración de materia particulada. En varias ciudades se exceden los 1000 casos por año (más de 50 millones de €) como Madrid, París, Bruselas o Bucarest –esta última ciudad con un máximo de 3892 casos para el estudio del periodo actual (costes de 150 millones de €por año). Áreas como el norte de Italia o Europa oriental están mucho más

afectadas en comparación con otras patologías mencionadas anteriormente. En lo que respecta al escenario futuro, las áreas más afectadas son aquéllas que ya estaban afectadas en el presente, salvo Chisinau (Moldavia), Bucarest (Rumania) y Sofia (Bulgaria), donde los aumentos de los casos futuros de BC pueden superar los 2600 (incremento de costes externos de más de 100 millones de €), mientras que algunas ciudades de Alemania, Austria o República Checa podrían disminuir los casos de esta patología hasta casi 100 (-4 M€de reducción en costes).

### Cáncer de pulmón (CP)

En cuanto a CP, en la Tabla 13.3 se estima 47700 casos por año en Europa para la climatología presente (con un coste asociado de 765 millones de €). El aumento proyectado para 2071- 2100 alcanza +11800 casos adicionales en el escenario RCP8.5, con un aumento de los costes de +189 millones de €(+25 % de aumento de los casos y costes).

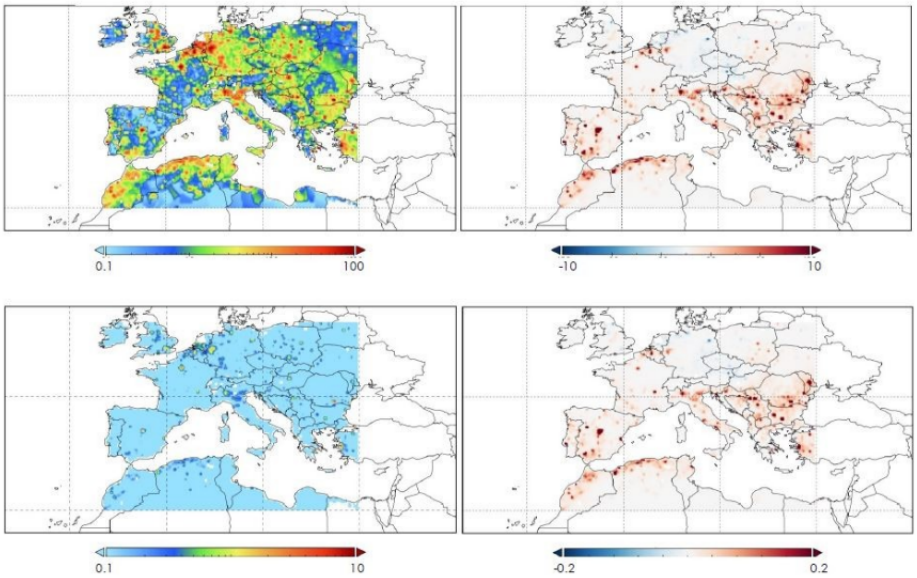


Figura 13.6: (Columna izquierda) (arriba) Casos presentes de cáncer de pulmón (CP) y (abajo) costes asociados,en M€. (Columna derecha) Cambios proyectados para CP (arriba) y cambios en costes (M€) (abajo) para escenario RCP8.5 (2071-2100).

Los resultados para la distribución espacial de CP (Figura 13.6), afectando principalmente al centro y norte del área de estudio, con hotspots extendidos

en todo el territorio. Los máximos se encuentran en las megaciudades europeas (600 casos/año en la climatología presente; los costes más 10 millones de €). Los países que presentan un área más amplia afectada son Bélgica y Holanda; mientras que en Alemania, el norte de Italia o el sur de Polonia también hay un número importante de casos. Se prevé un aumento de más de 400 casos de CP por año (incremento de costes asociados de 6,5 millones de €) para el período 2071-2100 en el sur de Europa (Madrid, Roma, Bucarest, Sofía o Belgrado), con disminuciones de alrededor de 10 casos al año en ciudades del este de Alemania y del este de Austria.

### Muertes prematuras (MP)

Por último, la variable MP abarca la mortalidad crónica y la mortalidad aguda tal como se define en Brandt et al., (2013a). La mortalidad crónica se refiere a los riesgos de mortalidad asociados con la exposición a largo plazo, y se cuantifica en años de vida perdidos (YOLL, dependiendo de la concentración de $PM_{2.5}$ para población > 30 años). Por último, la mortalidad aguda depende de los niveles de $SO_2$ y SOMO35, el cual se estima como la suma de los valores medios de ozono de más de 35 ppb para los valores máximos diarios de 8 horas de ozono. En la Tabla 13.3 se presentan estimaciones de 418700 casos por año en el dominio de estudio para 1996-2015, con un coste asociado grande (159 mil millones de euros). El aumento proyectado en el RCP8.5 para los años 2071-2100 alcanza 94900 casos adicionales; es decir, un aumento de los costes de más de 27000 millones de euros (+ 17 % de aumento de los casos y costes).

La patología dominante en todo el dominio (Figura 13.7) es MP, especialmente en Europa central, Bélgica, Países Bajos, Alemania, Polonia, Italia o Bulgaria. Estos países tienen un elevado número de casos en todo el país. Los hotspots se ubican nuevamente en las grandes ciudades, superando los 1000 casos e, incluso, llegando a 4314 casos en varias ciudades como París y Londres (coste externo asociado de más de 700 millones de € en estas ciudades). Para el escenario futuro (2071-2100) se muestra una clara diferencia entre la mitad norte y la mitad sur del área de estudio. Mientras que en ciudades del sur como Madrid (España) o ciudades de Europa oriental como Belgrado (Serbia), Bucarest (Rumania) o Sofía (Bulgaria) MP puede aumentar hasta 2400 casos por año (más de 450 millones de € en varias megaciudades). En ciudades de países como Alemania (Berlín, Hamburgo), Francia (París) o Reino Unido (Londres, Manchester, Newcastle) se proyecta una disminución de 200 casos por año (reducción de los costes en 31,5 millones de €).

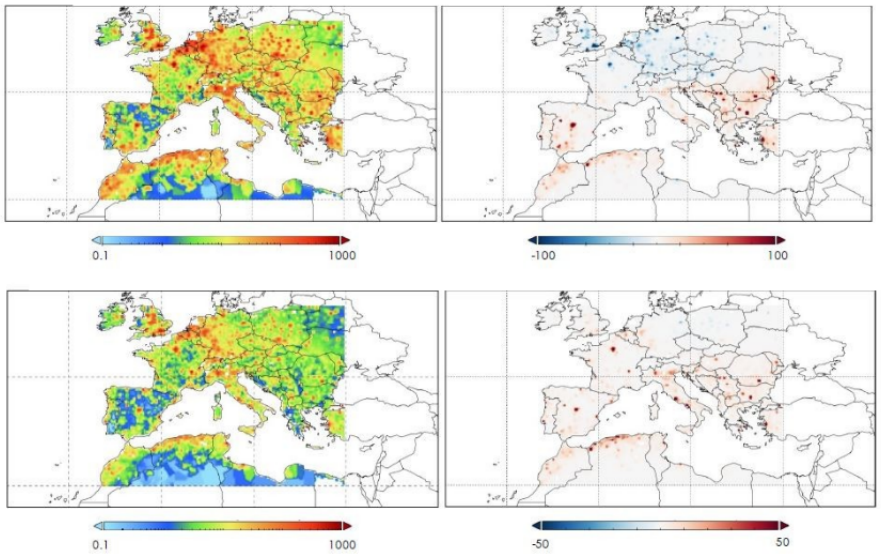


Figura 13.7: (Columna izquierda) (arriba) Casos presentes de muerte prematura (MP) y (abajo) costes asociados, en M€. (Columna derecha) cambios proyectados paraMP (arriba) y cambios en costes (M€) (abajo) para escenario RCP8.5 (2071-2100).

## 13.4. Conclusiones

Ambos estudios estadísticos epidemiológicos identifican una clara relación entre las patologías y la contaminación del aire (por PM), especialmente en los países de Europa central. El coeficiente más alto de correlación en el estudio epidemiológico se encuentra para la relación entre MT y $PM_{10}$ en Alemania, Eslovenia y República Checa; y Hungría e Italia para la relación entre MCER y $PM_{10}$. El estudio de modelización apoya estas conclusiones, destacando también que las grandes ciudades (especialmente, en Europa del Este) son un foco importante en esta investigación. Las patologías analizadas afectan de manera importante los costes sociales debido al daño producido en la salud de la población. Las patologías estudiadas están heterogéneamente distribuidas en Europa, al igual que los impactos esperados debido al cambio climático. Varios países, como Moldavia o Bulgaria, que no se ven fuertemente afectados por la contaminación atmosférica para la climatología actual, aumentarán fuertemente los casos de patología y los costes asociados como consecuencia del cambio climático.

Las grandes ciudades europeas suponen importantes hotspots para los asuntos relacionados con la salud debido al tráfico, el cual contribuye de manera

significativa a las emisiones de CO y $NO_x$. Además, el $SO_2$ (incluido en la estimación de IHR y MP) tiene un papel en las patologías, ya que proviene principalmente de la producción de energía. En ese caso, los impactos en los países del este son mayores debido al alto contenido de azufre en los combustibles en los que basan su economía. En general, la mayor parte de los ingresos hospitalarios se encuentran en las megaciudades europeas y en Europa oriental, con niveles de calidad del aire deficientes que causan daño respiratorio (Colette et al., 2012;Pozzeret al., 2012;Geels et al., 2015).

Para el escenario futuro, todas las patologías se incrementarán en el sur de Europa (especialmente, en el sudeste de Europa) debido a los cambios proyectados en PM y $O_3$ (este último relacionado con MP), que se espera que aumente en RCP8.5 en las áreas antes mencionadas. Por otro lado, al igual que señalan Tagaris et al. (2010), el norte de Europa se beneficiará de la acción del cambio climático, ya que los países ubicados en esta área verán reducidos sus niveles de contaminación atmosférica (principalmente, $PM_{2.5}$). La variación de las muertes prematuras en el sur de Europa es, principalmente, una consecuencia del aumento de $O_3$ debido a las emisiones naturales derivadas del cambio climático y de su acumulación en el Mediterráneo debido al transporte en largas distancias del ozono troposférico (y también de las partículas) (Jiménez-Guerrero et al., 2013a; Jiménez-Guerrero et al., 2013b). Ambos contaminantes están relacionados con enfermedades cardiorrespiratorias y muerte prematura (Tagaris et al., 2010;Geels et al., 2015.). Se encuentra un comportamiento inverso en áreas del norte, donde los cambios en las precipitaciones pueden reducir los niveles de PM (Jiménez-Guerrero et al., 2013b). Por esta razón, las ciudades situadas más hacia el norte del dominio de estudio –como Berlín o Viena– se beneficiarán de una mejor calidad del aire en las proyecciones futuras y una disminución en el número de casos y, en consecuencia, en los costes asociados.

La muerte prematura es la patología más importante para el área de estudio en términos de costes (158000 millones por año, el cual aumentará un 17 % en la proyección futura RCP8.5 2071-2100) y casos (418700 casos por año incrementándose en el futuro unos nuevos 94900 casos por año), lo que es coherente con lo afirmado por otros autores como Héroux et al. (2015).

Por último, podemos concluir que, en general, todas las patologías incluidas en este estudio aumentarán en el período futuro –en el escenario de cambio climático RCP8.5– si no se implementan políticas de mitigación de los contaminantes antropogénicos regulados en Europa. Además, debemos tener en cuenta el envejecimiento de la población europea y el aumento de los habitantes de las ciudades, variables que no se han tenido en cuenta en este

estudio con el fin de aislar el efecto del cambio climático en la salud de los ciudadanos europeos.

## 13.5. Referencias

Beelen, R., Raaschou-Nielsen, O.,Stafoggia, M., Andersen, Z. J., Weinmayr, G., Hoffmann,B., ... Hoek, G. (2014). Effectsof long-term exposure to air pollution on natural-causemortality: an analysis of 22 European cohorts within themulticentre ESCAPE Project. Lancet, 383, 785-795. doi: 10.1016/S0140-6736(13)62158-3.

Brandt, J., Silver, J. D., Christensen, J. H., Andersen, M. S., Bnlkke, J. H., Sigsgaard, T., ... Frohn, M. (2013). Contribution from the ten major emission sectors in Europe to the Health-Cost Externalities of Air Pollution using the EVA Model System an integrated modelling approach. Atmospheric Chemistry and Physics, 7725-7746.doi: doi:10.5194/acp-13-7725-2013.

Brandt, J., Silver, J. D., Christensen, J. H., Andersen, M. S., Bnlkke, J. H., Sigsgaard, T., ... Frohn, M. (2013). Assessment of past, present and future health-cost externalities of air pollution in Eu- rope and the contribution from international ship traffic using the EVA model system. Atmospheric Chemistry and Physics, 13, 7747-7764. doi: 10.5194/acp-13-7747-2013.

Brook, R. D., Rajagopalan, S., Pope, C., Brook, J. R., Bhatnagar, A., Diez-Roux, A., ... Kaufman, J. D. (2010). Particulate Matter Air Pollution and Cardiovascular Disease: An Update to the Scientific Statement from the American Heart Association.Circulation,121(21), 2331-2378. doi: 10.1161/CIR.0b013e3181dbece1.

Colette, A., Granier, C., Hodnebrog, O., Jakobs, H., Maurizi, A., Nyiri, A., ... Vrac, M., (2012). Future air quality in Europe: a multi-model assessment of projected exposure to ozone. Atmospheric Chemistry and Physics, 12, 1061310630.doi: 10.5194/acp-12-10613-2012.

Curtis, L., Rea, W., Smith-Willis, P., Fenyves, E. y Pan, Y. (2006). Adverse health effects of out- door air pollutants. Environment International, 32(6), 815-830.doi: 10.1016/j.envint.2006.03.012.

Forkel, R., Balzarini, A., Baró, R., Bianconi, R., Curci, G., Jiménez-Guerrero, P., ... Pérez, J.L. (2015). Analysis of the WRF-Chem contributions to AQ-MEII phase2 with respect to aerosol radiative feedbacks on meteorology and pollutant distributions. Atmospheric Environment, 115, 630-645. doi: 10.1016/j.atmosenv.2014.10.056.

Geels, C., Andersson, C., Hnninen, O., Lans, A., Schwarze, P., Skjth, C. y Brandt, J. (2015). Future Premature Mortality Due to $O_3$, Secondary Inorganic Aerosols and Primary PM in Europe Sensitivity to Changes in Climate, Anthropogenic Emissions, Population and Building Stock. International Journal Of Environmental Research And Public Health, 12(3), 2837-2869.doi: 10.3390/ijerph120302837.

Giannadaki, D., Lelieveld, J. y Pozzer, A. (2016). The Impact of Fine Particulate Outdoor Air Pollution to Premature Mortality. Perspectives on Atmospheric Sciences, 1021-1026.doi: 10.1007/978-3-319-35095-0-146. Grell, G. A., Peckham, S. E., Schmitz, R., McKeen, S. A., Frost, G., Skamarock, W. C. y Eder, B. (2005). Fully coupled online chemistry within the WRF model, Atmospheric Environment, 39, 6957-6975. doi:10.1016/j.atmosenv.2005.04.027.

Héroux, M.-E., Anderson H. R., Atkinson, R., Brunekreef, B., Cohen, A., Forastiere, F., ... Walton, H. (2015). Quantifying the health impacts of ambient air pollutants: recommendations of a WHO/Europe Project. International Journal Of Public Health, 60(5), 619-627.doi: 10.1007/s00038-015-0690-y.

Jacob, D. J. y Winner, D. A., (2009). Effect of climate change on air quality. Atmospheric Environment, 43, 51-63.doi: 10.1016/j.atmosenv.2008.09.051.

Jerrett, M., Turner, M., Beckerman, B., Pope, C., van Donkelaar, A., Martin, R., ... Burnett, R. T. (2016). Comparing the Health Effects of Ambient Particulate Matter Estimated Using Ground-Based versus Remote Sensing Exposure Estimates. Environmental Health Perspectives, 125(4), 552-559.doi: 10.1289/EHP575.

Jiménez-Guerrero, P., Jerez, S., Montávez, J.P. y Trigo, R.M., (2013). Uncertainties in future ozone and PM10 projections over Europe from a regional climate multi physics ensemble. Geophysical Research Letters, 40, 57645769.doi: 10.1002/2013GL057403.

Jiménez-Guerrero, P., Gómez-Navarro, J.J., Baró, R., Lorente, R., Ratola, N. y Montávez, J.P., 2013. Is there a common pattern of future gas-phase air pollution in Europe under diverse climate change scenarios? Climatic change, 121(4), 661.doi: 10.1002/2013GL057403.

Kampa, M. yCastanas, E., (2007). Human health effects of air pollution. Environmental Pollution, 151, 362-367.doi: 10.1016/j.envpol.2007.06.012.

Lamarque, J.-F., Bond, T. C., Eyring, V., Granier, C., Heil, A., Klimont, Z., ... van Vuuren, D. P., 2010. Historical (18502000) gridded anthropogenic and biomass burning emissions of reactive gases and aerosols: methodology and application. Atmospheric Chemistry and Physics, 10, 7017-7039.doi:

10.5194/acp-10-7017-2010.

Lelieveld, J., Evans, J. S, Fnais, M., Giannadaki, D. yPozzer, A. (2015). The contribution of outdoor air pollution sources to premature mortality on a global scale. Nature, 525(7569), 367-371.doi: 10.1038/nature15371.

Moss, R.H., Edmonds, J.A., Hibbard, K.A., Manning, M.R., Rose, S.K., Van Vuuren, D.P., ... Meehl, G.A., 2010. The next generation of scenarios for climate change research and assessment. Nature, 463(7282), 747-756.doi: 10.1038/nature08823.

Palacios-Peña, L., Baró, R., Guerrero-Rascado, J. L., Alados-Arboledas, L., Brunner, D. y Jiménez-Guerrero, P. (2017). Evaluating the representation of aerosol optical properties using an online coupled model over the Iberian Peninsula. Atmospheric Chemistry and Physics, 17(1), 277.doi: 10.5194/acp-17-277-2017.

Pearce, J. L., Hyer, M., Hyndman, R. J., Loughnan, M., Dennekamp, M. y Nicholls, N. (2016). Exploring the influence of short-term temperature patterns on temperature-related mortality: a case-study of Melbourne, Australia. Environmental Health 15:107.doi: 10.1186/s12940-016-0193-1.

Pope, C., Burnett, R., Krewski, D., Jerrett, M., Shi, Y., Calle, E. y Thun, M. (2009). Cardiovascular Mortality and Exposure to Airborne Fine Particulate Matter and Cigarette Smoke: Shape of the Exposure-Response Relationship.Circulation,120 (11), 941-948.doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.109.857888.

Pope, C. A. y Dockery, D. W., (2006). Health effects of fine particulate air pollution: lines that connect. Journal of the Air Waste Management Association, 56, 709-742.doi: 10.1080/10473289.2006.10464485.

Pozzer, A., Zimmermann, P., Doering, U. M., van Aardenne, J., Tost, H., Dentener, F., ... Lelieveld, J. (2012). Effects of business-as- usual anthropogenic emissions on air quality. Atmospheric Chemistry and Physics, 12, 6915-6937. doi:10.5194/acp-12-6915-2012.

Ravishankara, A.R., Dawson, J.P. y Winner, D. A., (2012). New Directions: Adapting air quality management to climate change: A must for planning. Atmospheric Environment, 50, 387-389. doi: 10.1016/j.atmosenv.2011.12.048.

Stieb, D., Shutt, R., Kauri, L., Mason, S., Chen, L., Szyszkowicz, M., ... Luginaah, I. (2017). Cardio-Respiratory Effects of Air Pollution in a Panel Study of Outdoor Physical Activity and Health in Rural Older Adults. Journal Of Occupational And Environmental Medicine, 59 (4), 356-364.doi: 10.1097/JOM.0000000000000954.

Tagaris, E., Liao, K., De Lucia, A. J., Deck, L., Amar, P. y Russell, A. G. (2010). Sensitivity of Air Pollution-Induced Premature Mortality to Precursor Emissions under the Influence of Climate Change. International Journal of Environmental Research and Public Health, 7, 2222-2237.doi: 10.3390/ijerph7052222.

WHO, (2013). Review of evidence on health aspects of air pollution. World Health Organization, REVIHAAP Project Technical Report, Copenhagen, Denmark, 302 pp.

# Capítulo 14

# Sellado del suelo en las cuencas de las ramblas de “El Chorrico” y “Los Calderones” (Molina de Segura)

# Sellado del suelo en las cuencas de las ramblas de "El Chorrico" y "Los Calderones" (Molina de Segura)

María José Jiménez Meseguer
Departamento de Geografía Física
Facultad de Letras
Universidad de Murcia
jmmariajoo@gmail.com

**Resumen:** Las avenidas fluviales constituyen un riesgo muy importante en el casco urbano de Molina de Segura. En las últimas décadas su nivel catastrófico ha aumentado debido a la antropización sufrida en las cuencas y en los cauces. Esto se debe a la expansión urbana de la ciudad consecuencia de la industrialización que se produjo a partir de los años setenta, la cual ha provocado que usos del suelo tradicionales, que permitían la infiltración de aguas de lluvia, se hayan convertido en una parte nueva de la ciudad, sellando el suelo y favoreciendo la escorrentía de las aguas pluviales. Por tanto, la modificación del cauce natural de las ramblas, llegando a desaparecer en el casco urbano, ha dado lugar a un incremento de las avenidas, provocando que las aguas circulen libremente anegando las calles de la ciudad. En este contexto, el objetivo ha sido calcular las modificaciones en el sellado del suelo que tanto afectan durante el periodo de lluvias torrenciales a la ciudad.

**Palabras clave:** Sellado de suelos, ramblas, expansión urbanística, usos del suelo.

## 14.1. Introducción

Las avenidas fluviales se definen como el aumento del nivel de agua que circula por un cauce fluvial, debido principalmente a un factor físico como es el de la precipitación (Caramasa et al., 1998). En el sureste español la mayor parte de las crecidas en las ramblas se deben al fenómeno de la Gota Fría, aunque no siempre son las causantes de esta situación (Rivas et al., 2009). Además estas avenidas fluviales con inundaciones constituyen acontecimientos hidrológicos con importantes implicaciones tanto geomorfológicas como socioeconómicas, cuando el cauce de inundación de las ramblas interfiere con un área urbana. Se ha de mencionar que es el riesgo natural que más pérdidas produce en el levante español (Caramasa et al., 1998). En la Región de Murcia existen problemas debido al uso que las poblaciones hacen del cauce de la rambla y de su cuenca, provocando que el coste de los desastres naturales aumente, así como la dificultad de prevenirlos o controlarlos. En la mayoría de los casos estas avenidas se han incrementado con el paso de los años, ya que el nivel de compactación del suelo de carácter antropogénico ha aumentado (Couchourd Sebastiá y Sánchez Ferlosio, 1965). La ocupación que han sufrido los cauces y las cuencas de las ramblas nos demuestra que el suelo es uno de los recursos naturales más importantes para el desarrollo de las poblaciones, tanto económico como social (López Bermúdez, 1990). Por otra parte, los suelos de las ramblas se encuentran sometidos a procesos erosivos, no sólo ya por los materiales blandos que componen su litología sino también por la morfología de su relieve, que ayuda a jerarquizar los cursos de agua, y dirigen la dirección de las avenidas en épocas de importantes lluvias torrenciales, en numerosos casos sobre el casco urbano, el cual ha ocupado sus zonas inundables (Couchoud Sebastiá y Sánchez Ferlosio, 1965).El sellado del suelo se produce cuando éste ha perdido su estructura natural como consecuencia de procesos de transformación de la superficie (consecuencia de edificaciones, infraestructuras. . . ). En gran cantidad de ocasiones, estos cambios conducen a la impermeabilización del terreno y pudiendo verse los suelos de sus alrededores influidos por el cambio en los flujos de agua (Rivas et al., 2009). Debido a esta razón el sellado del suelo es uno de los efectos más visibles de las presiones que sufre el terreno a consecuencia del desarrollo humano cuyas consecuencias son adversas cuando este proceso no se produce de forma respetuosa con el medio. Entre los efectos más importantes del recubrimiento del suelo por materiales impermeables se encuentra la pérdida de superficie fértil, la fragmentación de biodiversidad y la disminución de la capacidad de infiltración del agua (Jones et al., 2005). La expansión urbanística que ha tenido lugar en las últimas décadas en España ha sido la que ha producido

un mayor sellado del suelo, sobre todo a partir de los años 60 (siglo XX), donde hasta los años 80 se puede observar el fuerte incremento de sellado que los suelos han sufrido (Romero Díaz et al., 2011). Por un lado, el suelo del cauce de las ramblas no debería haber sido sellado ya que según el art. 6 del Capítulo Primero del Real Decreto 9/2008, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico se establece que el cauce de la rambla debería tener 5 metros de anchura para uso público lo cual no se ha respetado. Además del sellado del suelo del cauce o la cuenca de una rambla existen otros factores que intervienen en las puntas de crecida, siendo estos factores la densidad y naturaleza de la cubierta vegetal, las características de los suelos, y los usos de estos (Mateau Bellés, 1990). La construcción de viviendas y vías de acceso ha producido un cambio en la infiltración y la rugosidad del terreno, ya que los cauces se han desviado de su curso original para adecuarse a la disposición de los ejes urbanos que han ocupado su recorrido, siendo estos motivos algunos de los más importantes para entender por qué se produce importantes avenidas, las cuales que pueden llegar a ser catastróficas (Romero Díaz y Alonso Sarría, 2007). La disminución de la capacidad de infiltración de los suelos y el aumento de las escorrentías favorecen la concentración inmediata de las aguas de lluvia, por lo que el riesgo de inundación se ve incrementado en aquellos cascos urbanos por los que discurren ramblas (Romero Díaz et al., 2011). El sellado antropogénico del suelo anula el carácter multifuncional de este, generando así una degradación prácticamente irreversible (Prokop et al, 2011). El tema a tratar resulta de gran interés, tanto a nivel del municipio de Molina –como a nivel general, ya que se podría aplicar a muchos de los casos que existen en el sureste español y podría servir para demostrar que cuando una rambla es sellada provoca un aumento del nivel de riesgo de las inundaciones. Debido a los problemas que genera este sellado del suelo, se decidió la elección de este tema, con el fin de poder desarrollar su evolución, de este modo se pretende poner en evidencia la importancia de tener en cuenta este tipo de análisis para la elaboración de Planes Generales de Ordenación Urbana (PGOU). El objetivo fundamental de este trabajo es identificar y caracterizar los cambios que se han producido tanto en los cauces como en las cuencas de las ramblas de "El Chorrico" y "Los Calderones", a consecuencia del intenso proceso de urbanización al que se han visto sometidas en los últimos treinta años a través de las diferentes ortofotografías que aparecen en el trabajo, y que pueden haber influido de manera importante en el incremento de las inundaciones en el casco urbano de Molina. Junto con esto, los principales objetivos secundarios que se pretende con este capítulo son los siguientes: (1) caracterización de la evolución de los cauces y cuencas en la etapa anterior a su urbanización (1956); (2) evaluación de los diferentes cambios que se han producido en los cauces de

las ramblas; (3) evaluación de los cambios de uso de suelo en las cuencas así como su consecuencia en el sellado del suelo, llevando a cabo una evaluación del mismo; (4) analizar el incumplimiento de la normativa del Dominio Público Hidraúlico. La investigación consta de siete apartados entre los cuales encontramos en primer lugar una pequeña introducción al área de estudio; y poniéndonos en situación en cuanto a la situación geográfica a través de los antecedentes históricos. En tercer lugar se presenta la metodología a utilizar para el desarrollo de la investigación, seguida de las características generales del área de estudio y comenzando así a exponer los pequeños datos recopilados. En quinto lugar, se presentan los resultados extraídos a partir de la investigación, lo que nos conduce a unas conclusiones generales seguidas.

## 14.2. Antecedentes históricos

Los episodios de inundación y avenidas sobre cascos urbanos son esporádicos pero intensos, pudiendo afectar más en la actualidad que en décadas anteriores (Mateau Bellés, 1990). La existencia de estos episodios de inundaciones es común en el levante mediterráneo y son provocados por las precipitaciones de carácter torrencial, la morfología del terreno, y una ocupación y modificación indebida de cauces. Las avenidas de ramblas son algo ya característico del municipio de Molina de Segura que se lleva produciendo desde hace décadas (Romero Díaz y Alonso Sarría, 2007). Lo que sí es posible advertir es que en los últimos años debido al sellado del suelo de las cuencas y del propio cauce de numerosas ramblas, estas avenidas parece que se han incrementado en número, duración de la escorrentía y aumento de la misma. El sellado tan sólo ha comenzado a ser un problema conforme el número de habitantes de la ciudad ha ido aumentando. En la actualidad cientos de kilómetros se encuentran sepultados bajo el asfalto y cemento en todo el mediterráneo español, instalando infraestructuras en los cauces de las ramblas, sin tener en cuenta que se encuentran en terreno inundable (EEA, 2002a). Las primeras fuentes escritas acerca de las avenidas de las ramblas de "El Chorrico" y "Los Calderones" se producen en el año 1788, mencionando una escorrentía estimada de 55,33 m3/segundo, y que afectó a pequeñas industrias fabriles y la huerta. La siguiente riada de la que se tiene registro fue en 1834 -conocida como "la riada de Santa Brígida" con una avenida estimada de 165,83 m3/ segundo-, produciendo víctimas mortales dentro del propio casco urbano. Años más tarde, el 13 de febrero de 1895 se produjo la "riada de San Gregorio" con un caudal de 109,93 m3/ segundo que tuvo como resultado importantes daños en la agricultura (www.chsegura,es 11-03-2015). En el siglo XX, en 1919 se

originó la "riada de San Jerónimo", dañando gran cantidad de viviendas e infraestructuras; en abril de 1846 se produjo otra inundación importante conocida como "La Bendita", con un caudal de 141,79 m3/segundo que ocasionó graves inundaciones en la huerta. En definitiva, progresivamente en el tiempo se ha ido produciendo un aumento del caudal de las inundaciones (www.chsegura,es 11-03-2015).

## 14.3. Metodología

Esta investigación ha seguido las pautas del método conocido como cuantitativo, ya que a partir de una serie de datos es posible observar las alteraciones producidas en las cuencas (tales como modificación de cauces o, invasiones del dominio público hidráulico, etc). Este método se fundamenta en la toma de medidas para evidenciar de forma empírica una hipótesis de partida. El método cuantitativo consiste en recopilar datos numéricos para explicar una evidencia. Para evaluar el incremento del suelo sellado se ha optado por realizar una comparación de la cantidad de suelo sellado que existía en 1956, 1981 y 2014, adaptándonos a la disponibilidad de fotografías aéreas, ya que las herramientas usadas para el conocimiento de la situación anterior al proceso de urbanización y de la actual han sido las ortofotografías proporcionadas por Cartomur y el PNOA (Plan Nacional de Ortofotografía Aérea) (Ramírez et al., 1990). A través de estas se ha desarrollado una comparación de la evolución de la urbanización durante los diferentes años con el objetivo de averiguar cómo ha afectado el sellado del suelo tanto a la cuenca como al cauce de las ramblas. Además se estudian los antecedentes al proceso de urbanización buscando riadas históricas en el archivo de Molina de Segura, comparando los problemas actuales que genera la rambla de "El Chorrico" y "Los Calderones" en el casco urbano. Por otra parte, se han estudiado las litologías características de la zona a través del mapa de tipos de suelos facilitado por el proyecto LUCDEME (1) (Ramírez et al., 1990), pudiendo así averiguar los tipos de materiales que se encuentran en la zona, permeables o impermeables, y conocer cómo se favorece la escorrentía, en este tipo de suelos. Adicionalmente se realizará una tasa de variabilidad para contemplar este aumento de la escorrentía, calculando la tasa FAO para averiguar la cantidad de suelo que se ha perdido en un periodo de tiempo. A través de la fotografía aérea se podrá observar el tipo de cobertura que se encuentra en la zona, y así se podrá deducir el impacto que realiza la lluvia en el suelo según el tipo de vegetación que existe en dicho territorio. Se realiza un proceso de digitalización de los cauces de las ramblas estudiadas así como de las cuencas,

con el fin de poder observar las modificaciones que se han producido en el cauce con el paso del tiempo y el aumento del suelo sellado que ocupa las ramblas, mediante la realización de una fotointerpretación para digitalizar los distintos usos que existían en los años 1956, 1981 y 2014. Por otro lado, el software que se ha utilizado para llevar a cabo este proyecto ha sido Quantum GIS (QGIS), software de código libre que nos permite manejar formatos ráster o vectoriales, siendo una de sus mayores ventajas la posibilidad de la utilización de la aplicación GRASS dentro del propio programa. Con la capa del Modelo Digital de Elevaciones (MDE) y a través de la herramienta W. Watershed Basin se logra extraer las cuencas que existen así como los cauces existentes dentro de ellas. En ciertas secciones existen puentes, debido a que el MDE ha podido digitalizar mal el cauce y se decide digitalizar todo el proceso de forma manual. Con las fotografías aéreas de los distintos años y creando capas vectoriales de polígonos se consigue digitalizar los distintos usos existentes y conocer su evolución. Los usos que se han elegido para este trabajo han sido:

- Urbano-Industrial: Producen un sellado de suelo similar y no existen diferencias entre ellos.
- En construcción: Zonas futuras que es posible que se conviertan en suelo sellado.
- Agrícola de regadío: Favorece la infiltración del agua y al ser un suelo de huerta, las plantas facilitan la disminución de la velocidad de la escorrentía de las avenidas pluviales.
- Agrícola de secano: Uso que comprende grandes cantidades de terreno aterrazados con cultivo de vuelo, lo que favorece la infiltración.
- Secano abandonado: Suelo que se ha abandonado y que posiblemente se utilizará para procesos de urbanización consultado el PGOU. El no cuidado del suelo favorecerá la aparición de plantas de pequeño porte provocando una ligera disminución de la erosión.
- Campo de golf: La escorrentía en él es escasa debido a que la infiltración provocada por el césped y el tipo de suelo en el que se cultiva es mayor que en los suelos margosos con vegetación esclerófila.
- Vías: Su asfaltado sella el suelo y su trazado modifica los cauces naturales de las ramblas de forma casi permanente.

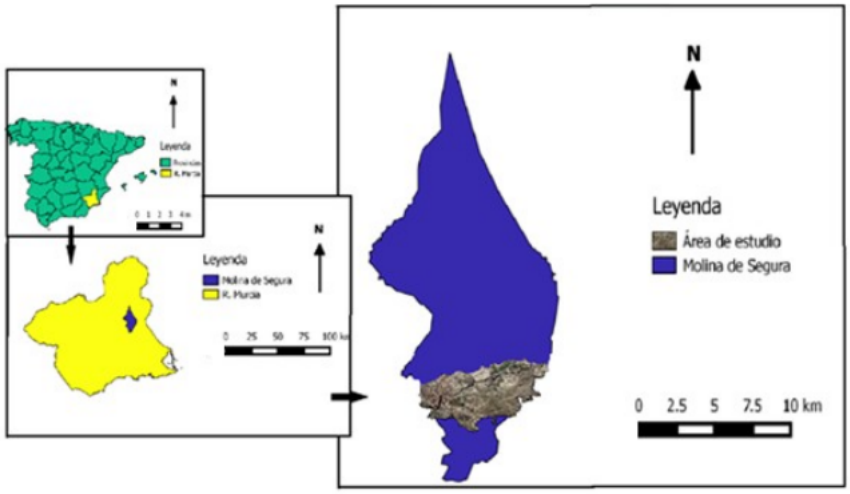


Figura 14.1: Área de estudio. Fuente: Elaboración propia a través de Quantum Gis.

Tras esto se consigue evaluar la cantidad de suelo sellados en los distintos años y realizar una evolución de los cambios de usos de las cuencas, el aumento del suelo sellado y las modificaciones en los cauces que estas han sufrido.

## 14.4. Área de estudio

### 14.4.1. Características generales

Las cuencas de las ramblas de "El Chorrico" y "Los Calderones", se sitúan en el sur del municipio de Molina de Segura, con una disposición este-oeste, desde las cabeceras a la desembocadura (Figura 14.1). La mitad oeste de estas cuencas se encuentra ocupada por la ciudad de Molina de segura y sus urbanizaciones según datos del Ayuntamiento de Molina de Segura (Según la consulta en el año 2015).

En la figura 14.2 se puede observar los distintos tipos de suelo que existen en las cuencas de "el Chorrico" y "los Calderones".

En la cabecera de las cuencas de ambas ramblas se desarrollan Xerosoles cálcicos, en el tramo medio encontramos Regosoles calcáricos y en la desembocadura aparecen Fluvisoles cálcicos. Estos tipos de suelos contienen materiales margosos y cuando se producen lluvias por encima de 30 mm se saturan

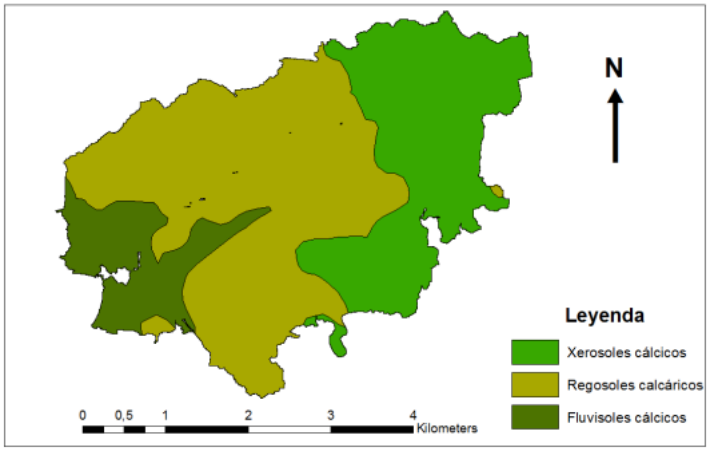


Figura 14.2: Mapa de tipos de suelos del área de estudio. Fuente: Elaboración propia a través de Quantum Gis con capas de Lucdeme 1.

de agua convirtiéndose en suelos impermeables que favorecen la escorrentía tal y como nos Indica el Ayuntamiento de Molina de Segura (Consultado en 2015). Por otro lado, se ha de mencionar que la cubierta vegetal también interviene en la capacidad de infiltración del suelo. En estas cuencas hay una escasa cubierta vegetal lo que favorece un aumento de la escorrentía. A esta situación se suma la intervención humana que ha supuesto la modificación artificial del llano de inundación mediante la construcción de viviendas, vías de comunicación y otras infraestructuras, que son capaces de desviar los flujos hídricos y de producir grandes catástrofes (Romero Díaz y Alonso Sarría, 2007). El crecimiento urbano de las últimas décadas, con el consiguiente sellado artificial del suelo con superficies duras e impermeables (tales como piedra, ladrillo, cemento, asfalto, etc.), ha provocado en muchos sectores del área de estudio la pérdida prácticamente irrecuperable del recurso edáfico, convertido en mero soporte de las actividades relacionadas con la urbanización, la industrialización o la implantación de infraestructuras ligadas a los distintos medios de transporte. Se puede decir que el sellado antropogénico del suelo anula el carácter multifuncional del recurso edáfico, constituyendo un tipo de degradación prácticamente irreversible (Prokop et al., 2011). Desde el punto de vista taxonómico, las unidades más afectadas han sido los Regosoles calcáricos y los Xerosoles calcicos (Pascual Aguilar et al., 2004).

### 14.4.2. Situación y características de las cuencas

La rambla de "El Chorrico" al igual que la de "Los Calderones", atraviesa el casco urbano de Molina de Segura; no obstante, el establecimiento de la expansión urbana sobre la primera y la adecuación como área de recreo de la segunda han dado lugar a que, en caso de lluvias torrenciales, el comportamiento de ambas ramblas sea totalmente distinto. La cuenca de la rambla de "El Chorrico" tiene un área de 511,21 hectáreas y una longitud de10.115 m. El nacimiento de la rambla de "El Chorrico" se sitúa a 200 metros sobre el nivel del mar, decreciendo hasta la desembocadura en el Río Segura a una altitud de 67 m. Por su parte, la rambla de "Los Calderones" tiene una cuenca de 1041,36 m2. Las ramblas de Molina se encuentran muy condicionadas por la morfología del relieve: donde las pendientes del área han impuesto un fuerte control en la red hidrográfica y jerarquizan los cursos de agua (Camarasa et al, 1998).

### 14.4.3. Características de las precipitaciones

En cuanto al régimen térmico de la ciudad se puede afirmar que la temperatura media se sitúa entre los 8 y 11ºC en invierno, siendo muy poco frecuentes las temperaturas por debajo de 0ºC. Por el contrario en verano las medias se sitúan entre 26-28ºC. La sequía estival propia de los climas mediterráneos, suele acabar con precipitaciones de carácter torrencial difícilmente aprovechables por el suelo, de modo que a los meses secos se une un período en el que la humedad del suelo se recupera muy lentamente, dando lugar a un paisaje semiárido con vegetación xerofítica (según consulta realiza en el Ayuntamiento de Molina de Segura en el año 2015). En este sentido, el índice de Fournier para el área de estudio, que caracteriza la agresividad de la precipitación nos indica un varo de 28,3 (tabla 14.1) que según la clasificación es considerado un valor bajo de agresividad en nuestras cuencas, aunque la capacidad erosiva de la lluvia también depende de los distintos usos del suelo por los que circula la escorrentía (Camarasa et al., 1998).

Aunque el índice anual contemplado no muestra una gran agresividad, las precipitaciones de la época lluviosa se encuentran concentradas sobre un periodo corto dentro del año tal y como refleja el Índice de Torrencialidad se concentra en los meses de septiembre octubre, noviembre y marzo (Tabla 14.2) es en este periodo cuando se producen las lluvias torrenciales. Ambas cuencas presentar fuertes precipitaciones, con predominio de vegetación arbustiva. Desde el punto de vista geológico-morfológico, son áreas inestables que responden rápida y violentamente a lluvias de alta intensidad y corta du-

Tabla 14.1: Precipitación (mm) e Índice de Fournier. Fuente: Elaboración propia a través de datos de la Agencia Estatal de Meteorología.

| | Precipitación | IFM |
|---|---|---|
| ENERO | 27 | 2´5 |
| FEBRERO | 27 | 2´5 |
| MARZO | 30 | **3´1** |
| ABRIL | 25 | 2´1 |
| MAYO | 28 | 2´6 |
| JUNIO | 18 | 1´1 |
| JULIO | 3 | 0,03 |
| AGOSTO | 8 | 0,2 |
| SEPTIEMBRE | 32 | **3,5** |
| OCTUBRE | 36 | **4,4** |
| NOVIEMBRE | 32 | **3,5** |
| DICIEMBRE | 29 | 2,8 |
| | 295 | 28,3 |

Tabla 14.2: Índice de torrencialidad ( %). Fuente: Elaboración propia a partir de datos del AEMET.

| (1984-2010) | ÍNDICE DE TORRENCIALIDAD (%) |
|---|---|
| ENERO | 9,09 |
| FEBRERO | 9,09 |
| MARZO | **10,10** |
| ABRIL | 9,42 |
| MAYO | 9,43 |
| JUNIO | 6,06 |
| JULIO | 1,01 |
| AGOSTO | 2,69 |
| SEPTIEMBRE | **10,77** |
| OCTUBRE | **12,12** |
| NOVIEMBRE | **10,77** |
| DICIEMBRE | 9,76 |

ración, generando crecidas torrenciales frecuentemente (Rivas et al., 2009).

## 14.5. Resultados

Las numerosas inundaciones del casco urbano ponen en evidencia que el aumento de la peligrosidad va directamente relacionado con el aumento de la superficie sellada, que viene explicado por el aumento del proceso de urbanización, el cual a su vez se ve apoyado por el crecimiento económico. Sin embargo, este proceso urbanizador ha llevado consigo el incremento de la construcción sobre zonas de rambla, dando lugar a este sellado de suelo y un aumento de escorrentía, provocando daños no solo para los seres humanos sino también estructuras económicas (Conesa García y Calvo García-Tornel,

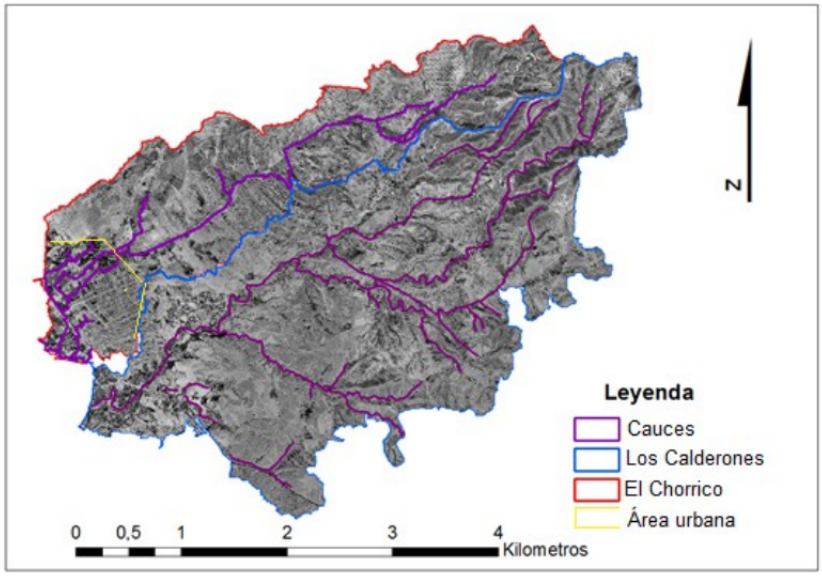


Figura 14.3: Fotografía aérea del área de estudio. Año 1956. Fuente: Elaboración propia a través de Quantum Gis.

2003). Las tres figuras que se muestran a continuación (figura 14.3, 14.4 y **??**) representan visualmente la evolución que ha sufrido el casco urbano de Molina de Segura a través de los años de estudio, pudiéndose apreciar también la desaparición que sufren los cauces al llegar al área urbana, siendo imperceptible el cauce de la rambla de "El Chorrico" en el año 2014.

A continuación se va a proceder a realizar un análisis de esta evolución de una forma más estadística a partir de gráficas que nos permitirán visualizar los datos específicos de una manera más clara (figuras 14.6-14.10). En la figura 14.6, donde se representa la evolución de los usos de suelo en "El Chorrico", se puede observar el crecimiento o retroceso de los diferentes usos, generando una tasa de variabilidad con la que se puede contemplar cómo han ido variando cada año. Es evidente que no ha crecido todos los años de igual forma pero este dato nos ayuda a indentificar cuál de todos ha crecido o se ha reducido más. El uso que más ha crecido del año 1956 al año 1981 ha sido el agrícola de secano, en la rambla de "Los Calderones" se ha aprovechado su superficie para implantar grandes explotaciones de secano. Por otro lado, el que menos ha crecido del año 1956 al año 1981 fue el regadío agrícola -que prácticamente no creció, al igual que el uso para campos de golf- ya que no existía en esos años. El regadío agrícola se encuentra en la zona de huerta tradicional de Molina y no se ha podido expandir más debido a que el terreno de huerta se encuentra limitado por la ciudad que se sitúa muy próxima a

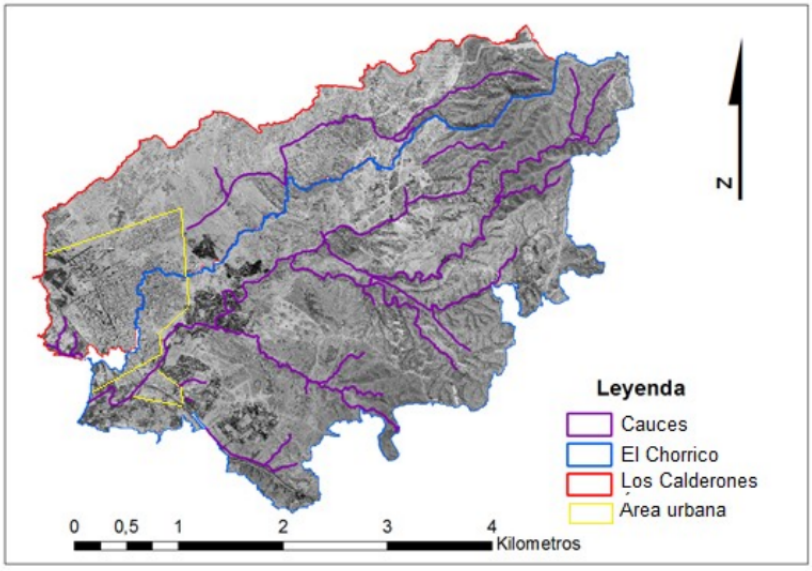


Figura 14.4: Fotografía aérea del área de estudio. Año 1981. Fuente: Elaboración propia a partir de Quantum Gis.

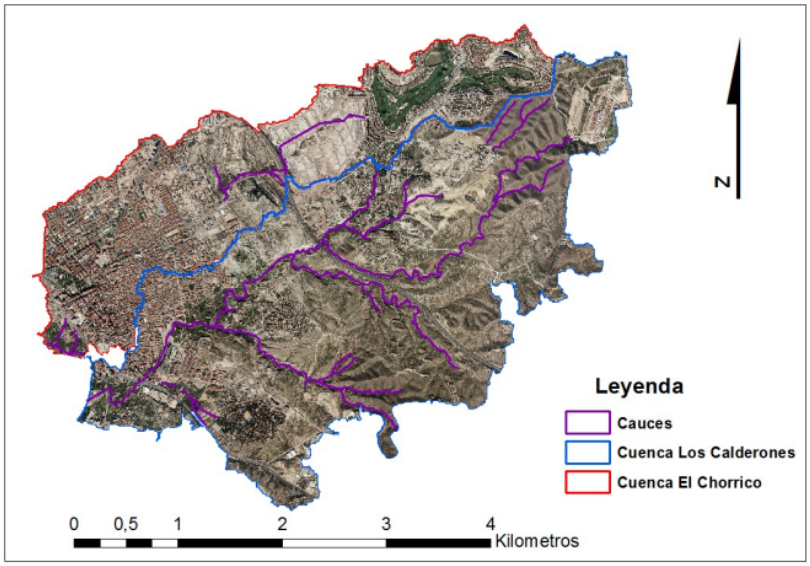


Figura 14.5: Fotografía aérea del área de estudio. Año 2014. Fuente: Elaboración propia a partir de Quantum Gis.

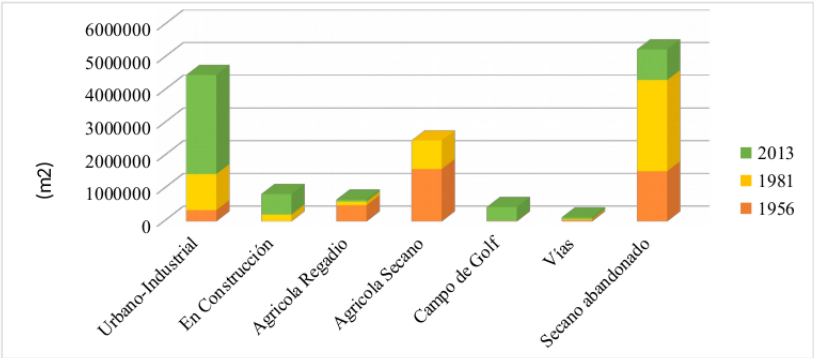


Figura 14.6: Evolución de los usos de suelo en la cuenca de "el Chorrico". Fuente: Elaboración propia.

ésta, así como por el río y los municipios colindantes.

Por otro lado, el uso que mayor crecimiento ha experimentado en la cuenca de "Los Calderones" del año 1981 al 2014 ha sido el urbano-industrial, ya que cuando llegó la industrialización a Molina de Segura, esta ciudad experimentó un elevado crecimiento consecuencia de la atracción de población que se produjo. Sin embargo, el uso que más se ha reducido ha sido el de matorral/monte bajo ya que los demás usos han ocupado el espacio que éste tenía anteriormente, tal y como se aprecia en las figuras **??** y 14.6. En particular, como se deduce en la figura 14.7 durante el periodo existente entre 1956 y 1981, el uso que ha experimentado mayor incremento ha sido el urbano industrial mientras que, el uso que menos se ha incrementado -e incluso retrocedió- ha sido el cultivo de regadío ya que la ciudad comienza a invadir parte de la huerta en este sector. El uso de suelo que más se ha incrementado entre los años 1981 y 2014 ha sido el urbano industrial debido a que la llegada de la industria afectó más a esta cuenca que a la de "Los Calderones" y en ella se concentró el mayor crecimiento de la ciudad, produciéndose además el desarrollo de las primeras urbanizaciones, como la de Los Vientos.

En las dos figuras anteriores donde se evidencian los cambios de uso de suelo en las cuencas de "El Chorrico" y "Los Calderones" es posible interpretar cómo en ambas los usos que más han incrementado han sido tanto el urbano-industrial como el de vías, siendo el primero mayor en cuanto a superficie en aumento ocupada. De este modo, se puede afirmar que el aumento del suelo sellado se ha incrementado de forma paulatina y en ocasiones de forma acentuada, debido, como ya se ha mencionado, al crecimiento propio de la ciudad. Esto genera que las avenidas circulen con una mayor cantidad de agua cada año que pasa, incluso aunque pueda haber precipitado la misma

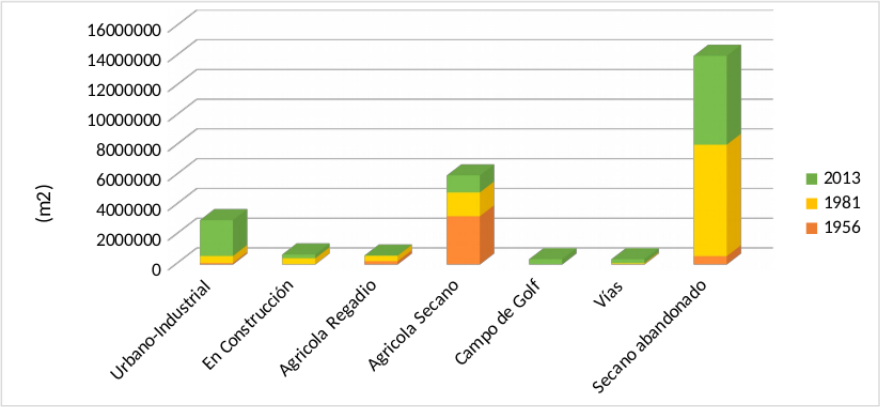


Figura 14.7: Evolución de los usos de suelo en la cuenca de "los Calderones". Fuente: Elaboración propia.

cantidad de lluvia, debido a que ha ido disminuyendo el suelo con capacidad de infiltración, ya que el sellado del suelo aumenta la escorrentía (Conesa García y Calvo García-Tornel, 2003). En la figura 14.8 destacan tres usos principales que han cambiado su situación espacial. En 1956 los cultivos de secano resultaron ser muy importantes porque eran el medio principal de subsistencia del área de estudio y ocupaban alrededor de 494,33 hectáreas, aunque con el paso del tiempo y la llegada de la industrialización este tipo de cultivo fue siendo abandonando, ya que la población se dirigió a trabajar en la industria. A esto se le une el hecho de que los agricultores pretendieron conseguir un beneficio extra gracias a la venta de terrenos. En particular un total de 690,05 hectáreas fueron vendidas (Tomás et al., 2010) debido a que el suelo pasó a ser urbanizable tal y como aparece en el PGMO, a pesar de que no se urbanizó al final.

En todo caso, el incremento más importante ha sido el de sellado de suelo, que se incrementó de forma drástica pasando de 54,3 hectáreas a 575,51 hectáreas, en apenas 58 años, lo que supone multiplicar por 10 su superficie. Éste es el principal motivo por el que las avenidas fluviales están siendo mucho más dañinas en los últimos años en relación a décadas previas, tal y cómo se ha podido comprobar a través del trabajo de campo y como se puede comprobar a través de la prensa. A continuación se evaluará la pérdida o aumento de cada tipo de uso del suelo a través de la tasa FAO (2) (véase tabla 14.3):

En las tablas 14.3 y 14.4 se puede observar que el aumento experimentado por la cantidad de suelo sellado, debido al incremento de industrias en la ciudad, y tal y como podemos percibe a través del aumento del suelo urbano que se ha mostrado anteriormente. Esto ha propiciado la expansión urbana,

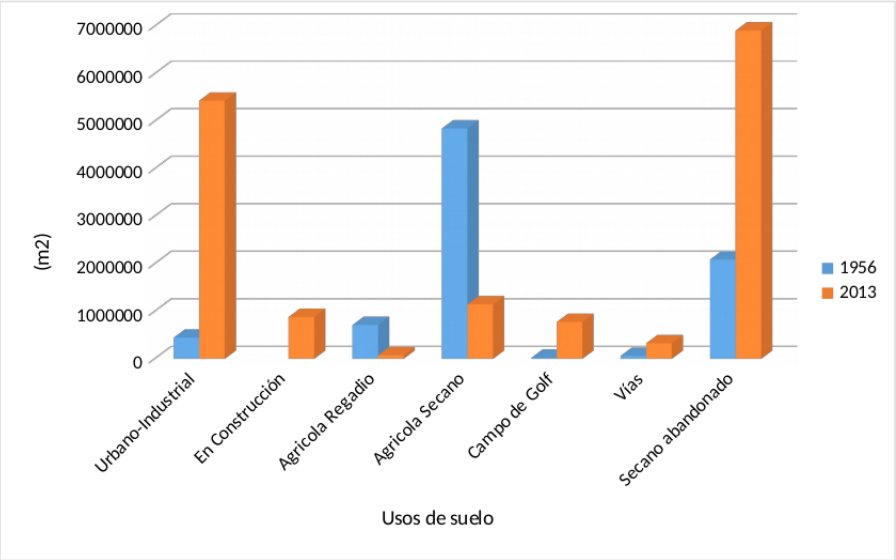


Figura 14.8: Comparación de los usos de suelo en 1956-2014. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14.3: Evolución de la cantidad de hectáreas de cada uso de suelo en la cuenca de Los Calderones" y tasa FAO. Fuente: Elaboración propia. Fecha 20-05-2015.

| Cuenca de los Calderones (Hac) | 1956 | Tasa FAO | 1981 | Tasa FAO | 2014 |
|---|---|---|---|---|---|
| Urbano-Industrial | 9,9 | 0,06 | 47,07 | 0,05 | 240,67 |
| En construcción | 0 | 0 | 41,54 | -0,015 | 25,50 |
| Agrícola de regadío | 21,87 | 0,02 | 36,72 | -0,09 | 1,4 |
| Agrícola de secano | 324,51 | -0,02 | 159,73 | -0,01 | 114,47 |
| Campo de Golf | 0 | 0 | 0 | 0 | 35,48 |
| Vías | 1,9 | 0,04 | 6,32 | 0,04 | 26,73 |
| Secano abandonado | 55,69 | 0,01 | 750,07 | 0 | 597,2 |

Tabla 14.4: Evolución de la cantidad de hectáreas de cada uso de suelo en la cuenca de El Chorrico" y tasa FAO. Fuente: Elaboración propia. Fecha 20-05-2015.

| Cuenca del Chorrico (Hac) | 1956 | Tasa FAO | 1981 | Tasa FAO | 2014 |
|---|---|---|---|---|---|
| Urbano-Industrial | 34,11 | 0,07 | 110,34 | -1 | 302,4 |
| En construcción | 0 | 0,63 | 20,9 | -1 | 62,35 |
| Agrícola de regadío | 49,01 | -2,6 | 11,49 | -1 | 5,7 |
| Agrícola de secano | 159,82 | -2,7 | 87,28 | -1 | 0 |
| Campo de Golf | 1,74 | -2,4 | 0 | -1 | 41,72 |
| Vías | 4,08 | -2,4 | 2,35 | -1 | 5,69 |
| Secano abandonado | 152,96 | -2,7 | 278,81 | -1 | 93,31 |

que ha ido progresivamente ocupando una superficie con cursos fluviales, y convirtiendo dicha superficie en áreas de no infiltración, que es lo que provoca que las avenidas fluviales sean más importantes en la actualidad que en el pasado. Mientras tanto, el uso que más cantidad de suelo ha perdido ha sido, sobre todo, el de secano abandonado y el de secano tradicional, los cuales han sido sustituidos en su mayor parte por urbano-industrial o "en construcción" con entorno a un 85 %, así como en vías.

En la cuenca de "El Chorrico", tal y como se puede observar en la figura **??**, la cantidad de suelo sellado es mucho mayor que la de "Los Calderones", además de que se ha incrementado en mayor proporción. Esto es debido a que la superficie de la cuenca de "El Chorrico" está ocupada por la mayor parte de la ciudad de Molina así como parte de la urbanización y campo de golf de Altorreal.

Además, existe el proyecto de construcción de la urbanización "Los Leandros", parada en la actualidad por la crisis inmobiliaria existente. No obstante, la parcelación de la zona hace pensar que se producirá finalmente un incremento del sellado del suelo como consecuencia de la finalización de dicha urbanización. Por otro lado, la cuenca de "Los Calderones", aunque también se encuentra sellada, lo está en menor medida porque, además de tener una cuenca mucho más extensa que la de "El Chorrico" porman parte de ella urbanizaciones más pequeñas y más alejadas del cauce principal debido a que el terreno es mucho más escarpado. Se ha demostrado que el sellado artificial del suelo con superficies duras e impermeables, (como pueden ser la piedra, el ladrillo, el cemento o el asfalto, hace que el suelo pierda su capacidad de infiltración, lo que genera un aumento de la escorrentía (Conesa García y Calvo

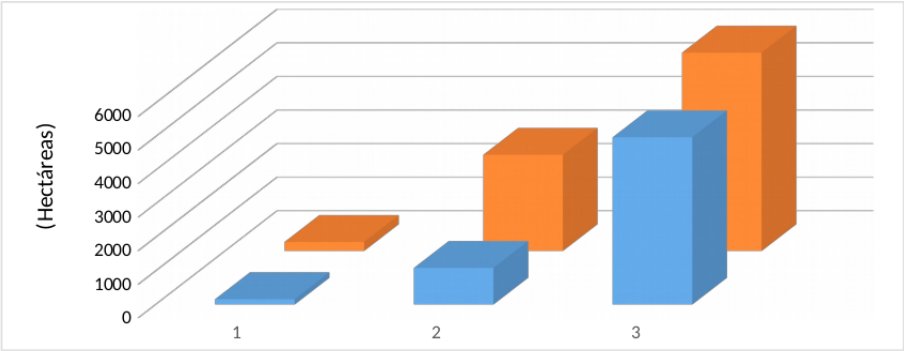


Figura 14.9: Evolución del sellado de la cuenca. Fuente: Elaboración propia. Fecha: 21-05-2015.

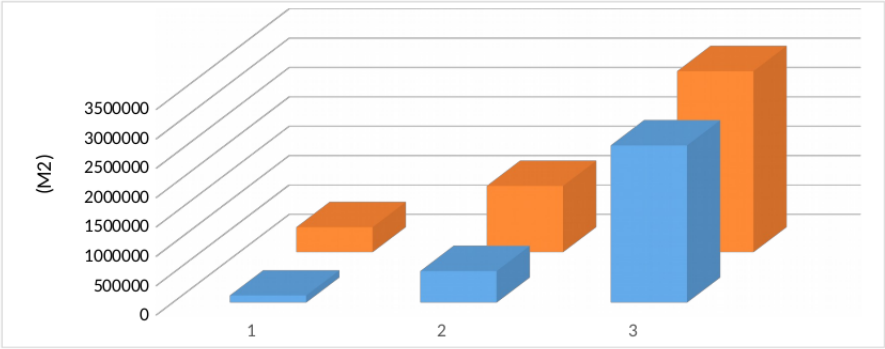


Figura 14.10: Evolución del sellado del cauce. Fuente: Elaboración propia. Fecha: 21-05-2015.

García-Tornel, 2003). Para evitar el sellado y la compactación de suelos, es necesario integrarlo en la política del suelo en la Ordenación Territorial de los municipios. Uno de los principales causantes de la degradación por sellado artificial es el cambio de usos del suelo provocado por el crecimiento urbano (Conesa García, et al., 2004). Como se ha indicado, esto es lo que ha ocurrido en el municipio de Molina, por lo que se han sellado ambos cauces y cuencas sin control ninguno. (Conesa García, 2006).

Sobre la base de lo indicado en la figura 14.10, se puede observar que, desde 1956 a 1981, el incremento del cauce sellado no ha sido demasiado importante; sin embargo, en el siguiente periodo comprendido entre 1981 y 2014 se ha dado el mayor aumento hasta ahora del cauce sellado. En este caso, vemos que el cauce de "El Chorrico" ha sido más progresivo, pasando de 42,4 hectáreas en 1956 a 308,1 hectáreas en 2014. En el cauce de "Los Calderones" se observa

un incremento más lento pero debido a una posición más marginada de su área y a la existencia de un relieve mucho más escarpado. No obstante su superficie ha pasado de 11,8 hectáreas 1956 a 267,4 hectáreas en 2014. En este contexto, es de destacar el incremento de vías de acceso rápido en el municipio, que se han dado sobre todo ocupando este cauce. El crecimiento de la ciudad de Molina hacia el sur ha dado lugar a una mayor cantidad de espacio ocupado dentro del cauce de la rambla de "Los Calderones" aunque en este caso, la puesta en valor de su entorno fluvial ha hecho que se mantenga el cauce en un estado semi-natural. Por el contrario el cauce de "El Chorrico" se ha encauzado de forma mucho más antropizada a través de una avenida que conecta el centro de la ciudad con las vías de gran capacidad, como es la autovía A-30. Como se puede observar en las figuras 14.11, 14.12 y 14.13, los cauces de las ramblas se han visto ocupados por las zonas urbanas. En el caso de la cuenca de "El Chorrico", el cauce ha sido totalmente sellado en su tramo medio-bajo y superior, por lo que no se ha respetado el Dominio Público Hidráulico en la mayor parte de su curso fluvial. Por otro lado, en la cuenca de "Los Calderones", en la zona urbana tampoco se ha respetado el Dominio Público Hidráulico pero, a diferencia del caso anterior, en esta cuenca sí que se puede apreciar el cauce de la rambla propiamente dicho. El Plan General de Ordenación Urbana de Molina de Segurano ha contemplado el cauce de "El Chorrico" como tal en ninguna ocasión, aunque la propia Confederación Hidrográfica del Segura, la cual se encarga del control de esta rambla, sí tiene en cuenta esta cuenca como existente. No es de extrañar la existencia de quejas por parte de la Confederación Hidrográfica hacia el Ayuntamiento de esta localidad por la no aplicación los márgenes específicos. Al contrario que en la cuenca de "El Chorrico", la agresión producida sobre la rambla de "Los Calderones" mediante el sellado de su curso fluvial ha sido mucho menor, puesto que realmente sólo se encuentra encauzada en un tramo de la ciudad, siguiendo su curso semi-natural en el resto del cauce existente aguas arriba.

## 14.6. Conclusiones

En el año 1981 se puede apreciar un incremento del sellado de suelos en Molina de Segura producido por la industrialización del municipio y el establecimiento de fábricas conserveras, lo que provocó el abandono de los tradicionales cultivos de secano y regadío. Además, supuso la creación de numerosos polígonos industriales a lo largo de la localidad y, por tanto, el efecto de influencia de Molina aumentó, iniciándose así un proceso circular de

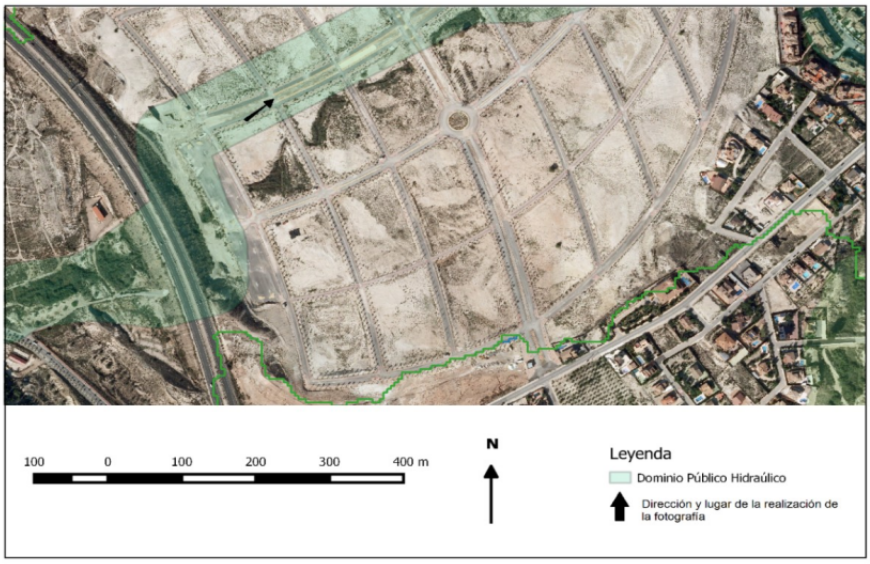


Figura 14.11: Invasión del Dominio Público Hidráulico en el cauce de "El Chorrico", junto a la A-30. Fuente: Elaboración propia a partir de QGIS. Fecha: 1-06-2015.

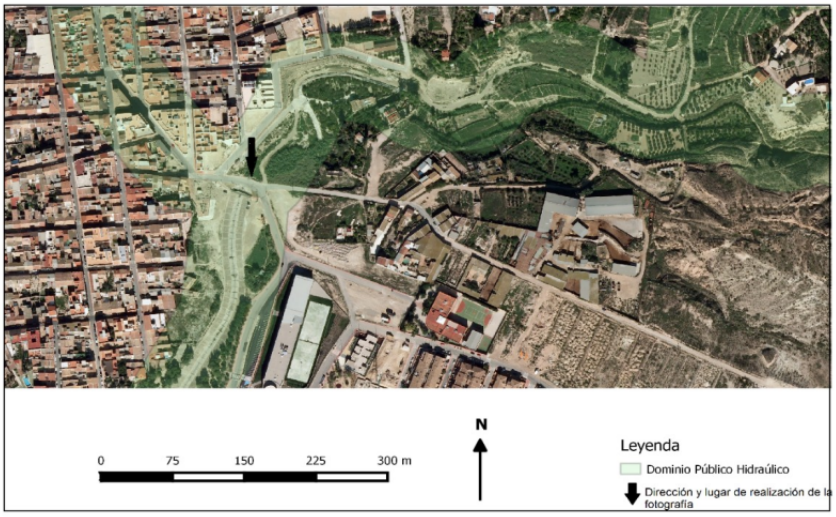


Figura 14.12: Invasión del Dominio Público Hidraúlico, rambla de "Los Calderones", junto a la calle Rambla de los calderones. Fuente: Elaboración propia a partir de QGIS. Fecha: 1-06-2015.

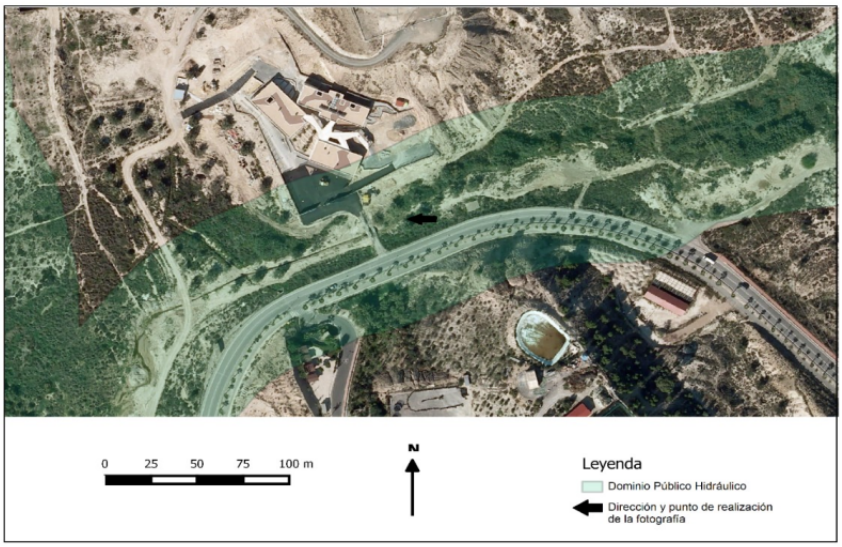


Figura 14.13: Invasión del Dominio Público Hidráulico, rambla de "El Chorrico" junto a "AFESMO". Fuente: Elaboración propia a partir de QGIS. Fecha: 1-06-2015.

crecimiento-llamada poblacional. En la última etapa el sellado del suelo ha experimentado una evolución mucho más importante que en las etapas anteriores convirtiéndose la localidad en una ciudad de servicios y residencial, dejando a un lado la industria conservera y especializándose en el establecimiento de empresas en sus respectivos polígonos industriales y tecnológicos. La creación de carreteras que cortan perpendicularmente el cauce de la rambla ha provocado, además, la necesidad de desviar los flujos fluviales de estas a través de pontones, para evitar así que las avenidas fluviales acaben atravesando la carretera. Esto pues, implica una desviación de los cauces de las ramblas, desnaturalizando aún más su cuenca. El Dominio Público Hidráulico no ha sido respetado en ningún momento, puesto que se ha visto ocupado por numerosas edificaciones e infraestructuras. Con la evolución de los procesos urbanísticos se ha ido ocupando el fondo de los cauces de ramblas sin tener en cuenta los efectos que ello conlleva, tanto de sellado de suelo, como de aumento de escorrentía, y por ende un aumento del riesgo de inundación y daños dentro de los núcleos urbanos. En definitiva, lo que se pone en evidencia en esta investigación es la existencia de una mala planificación urbanística por parte del Ayuntamiento competente, así como una falta de apreciación del medio natural como sustento de nuestra sociedad.

## 14.7. Referencias y webgrafía

Camarasa, A. M ; Bescós, A. y Sancho Comíns, J. (1998):"Evaluación del riesgo de erosión en relación con la dinámica ocupacional del suelo a partir de sistemas de información geográfica". En: A. Gómez Ortíz y F. Salvador Franch (Edt.), Investigaciones Recientes de la Geomorfología Española, 579-592.

Conesa García, C.; Álvarez Rogel, Y. y Martínez Guevara, J.B. (2004): Dinámica reciente de sellado artificial del suelo en espacios fluvio-litorales mediterráneos. El entorno metropolitano de Valencia. XI Congreso de Métodos Cuantitativos, SIG y Teledetección" celebrado en Murcia, 20-23 de septiembre, 2004, 1.

Conesa García, C y Calvo García-Tornel, F. (2003): Los procesos de riesgo con origen natural: una constante en la relación entre hombre y medio. AREAS. Revista de ciencias sociales. Nº 23. 5 – 15. Conesa García, C. (2006): El medio físico de la región de Murcia. EDITUM. 1º Edición. 278.

Couchoud Sebastiá, R. y Sánchez Ferlosio, R. (1965): Efemérides hidrológicas y fervorosas, Madrid, Imp. Silverio Aguirre, 104. (Reedición en facsímil, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Murcia, 1984).

Jones, A: Montanarella, L. y Jones. R (2005): Soil Atlas of Europe. Joint Research Central and European Soil Bureau Network.

López-Bermúdez, F. (1990). Soil erosion by water on the desertification of a semi-arid Mediterranean fluvial basin: the Segura basin, Spain. Agriculture, Ecosystems & Environment, 33 (2), 129-145.

López García, M.J; Camarasa Belmonte, A.M y Mateaur Bellés, J.F (2007): Cambios en los usos del suelo y producción de escorrentía en ramblas mediterráneas: Carraixet y Poyo (1956 – 1998). Boletín de la A.G.E. Nº 44, 69-94.

Mateau Bellés, J.A. (1990): Avenidas y riesgos de inundación en los sistemas fluviales mediterráneos de la península Ibérica. Boletín de la A.G.E, 30. 45-86.

Ramírez, J; Vicente, M; García J.A. y Vaquero, A. (1990): Mapa de suelos de la Región de Murcia. Conferencia de Agricultura, Agua y Medio Ambiente. Región de Murcia.

Aguilar, J. A. P. (2004). Cambios de usos del suelo y régimen hídrico en la rambla de Poyo y el barranc de Carraixet (Doctoral dissertation, Universitat de València).

Prokop,G; Jobstmann, H y Schobauer, A. (2011): Overview of best practices for limiting soil sealing or mitigating its effects in EU-27. Viena: Emvironment Agency Austria-European Commission.

Rivas, M.; Ovalles de Cabezas, Yajaire.; Soto, A.C.; Ramirez, G; Ripante, F. y Ganzalez, J.L. (2009): Determinación de niveles de torrencialidad de la cuenca del río Mocotíes, Mérida, Venezuela. Revista Forestal Venezolana. Vol. 53 nº1.

Romero Díaz, A., Serrato, F. B., Calvo, A. D., & Sinoga, J. R. (2011). Consecuencias del sellado de los suelos en el Campo de Cartagena (Murcia). En Geografía y desafíos territoriales en el siglo XXI, 605-616. Asociación de Geógrafos Españoles.

Romero Díaz, A y Alonso Sarría, F (Coords): Atlas Global de la Región de Murcia. La Verdad, Caja Murcia, Murcia.

Tomás, A. D., Salas, F. J., Santos, C., Garzón, A., & Moreno, V. (2010). Estimación del sellado del suelo mediante técnicas de análisis espectral.

Vidal, C., Romero, H., Historia, P., & Sociales, C. (2010). Efectos ambientales de la urbanización de las cuencas de los ríos Bíobío y Andalién sobre los riesgos de inundación y anegamiento de la ciudad de Concepción. Concepción Metropolitano. Evolución y desafíos. Santiago, Serie GEOlibros.

### Webgrafía

www.chsegura.es (11-marzo, consultado en 2015).

www.atlasdemurcia.com (12-febrero, consultado en 2015).

www.ayuntamientodemolina.es (17-febrero-2015).

## Notas

1. Proyecto LUCDEME (Proyecto de Lucha Contra la Desertificación en el Mediterráneo). Cuyos objetivos se centran en: 1. Análisis de los distintos recursos y factores implicados en los procesos de desertificación, 2. Determinación de los sistemas y técnicas aplicables para la lucha contra la desertificación y la Planificación integrada de las acciones de ordenación y restauración de cuencas torrenciales, y por último, 3. Formación, capacitación y extensión sobre la temática del Proyecto (Ramírez et. Al, 1990).

2. La Tasa FAO calcula la cantidad de porcentaje de suelo que se pierde entre un periodo de tiempo (Miranda-Aragón, Treviño Garza, Jiménez Pérez, Aguirre Calderón, González-Tagle, Pompa-García y Aguirre-Salado, 2013)

# Capítulo 15

# Papel de la acetilación de lisinas sobre la proteína CaiC del operón *caiTABCDE* involucrado en la ruta de biotransformación de la L-carnitina en *Escherichia coli*

# Papel de la acetilación de lisinas sobre la proteína CaiC del operón *caiTABCDE* involucrado en la ruta de biotransformación de la L-carnitina en *Escherichia coli*

Rosa Alba Sola Martínez
rosaalba.sola@um.es

José María Pastor Hernández
josempastor@um.es

Manuel Cánovas Díaz
mcanovas@um.es

Teresa de Diego Puente
tdp@um.es

Departamento de Bioquímica y Biología Molecular B e Inmunología
Facultad de Química
Universidad de Murcia

**Resumen:** La proteína CaiC del operón *caiTABCDE* implicado en el metabolismo de la L-carnitina en *Escherichia coli* (*E. coli*) presenta una actividad Coenzima A-ligasa. Las coenzimas A-ligasas se regulan generalmente mediante acetilación de lisinas. La L-carnitina puede ser producida biotecnológicamente por *E. coli*, que es incapaz de metabolizarla. Los resultados de este trabajo muestran que CaiC puede ser acetilada químicamente por acetil-CoA y acetil-fosfato, y desacetilada enzimáticamente por CobB con NAD+. Sin embargo, no se han observado diferencias significativas de actividad enzimática entre distintas muestras de CaiC con distintos grados de acetilación. Gracias a la construcción de mutantes se ha podido confirmar que la presencia de la lisina 510 (K510) de CaiC es fundamental para su actividad L-carnitinil-CoA sintetasa. Además, se observó K510 acetilada por LC-MS. En contraste, el estado de agregación de CaiC en condiciones nativas no parece verse afectado por la mutación en K510 ni por el estado de acetilación.

**Palabras clave:** CaiC, Acetilación de lisinas, L-carnitina, K510, Coenzimas A-ligasas.

## 15.1. Introducción

La carnitina, cuyo enantiómero funcional es L-carnitina, es una sustancia esencial para los mamíferos puesto que se halla implicada en la movilización –desde el citosol hacia la matriz mitocondrial– de ácidos grasos de cadena larga, para que una vez allí tenga lugar la $\beta$-oxidación de éstos, entre otras funciones (Obón, Maiquez, Cánovas, Kleber, y Iborra, 1999; Vaz y Wanders, 2002; Sharma y Black, 2009). El ser humano se abastece de L-carnitina en un 25 % de la producción endógena (es posible biosintetizar L-carnitina a partir de lisina (K) y metionina (M) en riñón, hígado y cerebro) y en un 75 % de la dieta. Debido al importante papel de la L-carnitina, existen multitud de patologías relacionadas con su deficiencia o enfermedades que causan su disminución. En estos casos, se ha observado que la administración exógena supone una gran mejoría para los pacientes (Flanagan, Simmons, Vehige, Willcox, y Garrett, 2010). Además, la L-carnitina se utiliza ampliamente para la suplementación de la dieta de los deportistas, puesto que ayuda a éstos a aumentar su rendimiento muscular (K. Kramer, 2001). Todo esto ha dado lugar a un aumento de la demanda de la producción de L-carnitina, y ha provocado que se hayan invertido esfuerzos en estudiar posibles formas de producción (Bernal et al., 2008).

En la síntesis química de la L-carnitina se produce una mezcla racémica de D-carnitina y L-carnitina (Obón et al., 1999). La D-carnitina generada debe ser eliminada porque, además de que no es biológicamente activa, interfiere en las acciones de L-carnitina, atenuando sus efectos (Jung y Kleber, 1991). Por lo tanto, este proceso tiene un elevado coste económico. Una solución posible a este problema es la biotransformación de la D-carnitina en L-carnitina, ya sea de forma directa o por medio de compuestos aquirales (crotonobetaína o $\gamma$-butirobetaína) (Obón et al., 1999). El paso de D-carnitina a L-carnitina puede ser llevado a cabo por varios microorganismos entre los que se encuentra *Escherichia coli* (*E. coli*) (Kleber, 1997). *E. coli* posee dos operones divergentes implicados en el metabolismo de la carnitina: *caiTABCDE* y *fixABCX* (Buchet, Eichler, y Mandrand-Berthelot, 1998). Las proteínas para las que codifican los genes del operón *caiTABCDE* son: CaiA, que tiene una actividad crotonobetaína-reductasa; CaiB, considerada una CoA-transferasa; CaiC, que posee una actividad CoA-ligasa frente a betaínas; CaiD, caracterizada como una enoil-CoA hidratasa; CaiT, que es un antiportador de betaínas independiente del gradiente de iones; CaiF (codificada en un marco de lectura abierto que se transcribe en dirección contraria al operón *caiTABCDE*), que posee una función relacionada con la regulación de los operones *caiTABCDE* y *fixABCX*; y CaiE (Bernal et al., 2008; Eichler, Buchet, Lemke, Kleber, y

Mandrand-Berthelot, 1996).

Las modificaciones post-traduccionales más comunes en bacterias son la fosforilación y la acetilación (la acetilación reversible del grupo $\epsilon$-amino de las lisinas principalmente) (Pisithkul, Patel, y Amador-Noguez, 2015; Weinert et al., 2013). Por ello, recientemente se han realizado numerosos estudios para conocer el control que desempeña la acetilación de lisinas sobre una actividad enzimática metabólica concreta (Pisithkul et al., 2015). Se ha comprobado que dicha modificación en un residuo de lisina conservado juega un papel importante en la regulación de las enzimas acil-CoA sintetasas (Pisithkul et al., 2015; Crosby, Heiniger, Harwood, y Escalante-Semerena, 2010). Este grupo de enzimas se engloba dentro de la superfamilia ANL de enzimas adenilantes, la cual incluye también las aril-CoA sintetasas, los dominios de adenilación de péptido sintasas no ribosómicas (NRPS) y luciferasas (Gulick, 2009).

Estas enzimas acil-CoA sintetasas llevan a cabo una reacción en dos pasos: en primer lugar se produce un intermedio acil-adenilato gracias a la activación del sustrato con ATP, liberando PPi inorgánico, y, a continuación, se origina un tioéster tras el desplazamiento del AMP por el ataque del grupo tiol (Gulick, 2009; Branchini, Murtiashaw, Magyar, y Anderson, 2000). El intermedio acil-adenilato generado en la primera parte de la reacción posee una energía elevada debido a la hidrólisis del ATP, la cual es aprovechada en el segundo paso (Gulick, 2009). La enzima acetil-CoA sintetata (Acs) es un claro ejemplo de esta regulación por acetilación de Lys; esta enzima se inactiva por acetilación de Lys en el residuo K609 mediada por una acetiltransferasa y se reactiva por la acción de la desacetilasa CobB que precisa de NAD+ para ejercer su actividad (Pisithkul et al., 2015; Crosby et al., 2010; Ramakrishnan, Schuster, y Bourret, 1998; Gardner, Grundy, Henkin, y Escalante-Semerena, 2006).

Además de la acetilación de Lys por acetiltransferasas, se ha demostrado que tanto acetil-CoA como acetil-Fosfato (acetil-P) pueden actuar como donadores de acetilo en ausencia de una enzima que catalice la reacción (de Diego Puente et al., 2015; Weinert et al., 2013). En *E. coli*, la acetiltransferasa mejor caracterizada es la enzima PatZ, cuyo donador de acetilo es acetil-CoA. Se trata de una enzima ubicua presente en otras bacterias en la naturaleza (de Diego Puente et al., 2015). La lisina conservada modificada por acetilación de Lys se encuentra en el dominio C-terminal de las acil-CoA sintetasas (Crosby y Escalante-Semerena, 2014). K529 en la luciferasa de luciérnaga (Luc), K609 en acetil-CoA sintetasa de *E. coli*, o K512 en Bz-CoA sintetasa (BadA), K503 en 4-hidroxibenzoil-CoA (HbaA) y K532 en ciclohexanocarboxil-CoA (AliA) en Rhodopseudomonas palustris son únicamente algunos ejemplos de la con-

servación de dicho aminoácido (Crosby et al., 2010; Branchini et al., 2000). Se piensa que esta lisina se encuentra especialmente implicada en el primer paso de la reacción que median las acil-CoA sintetasas, es decir, la generación del intermedio acil-adenilato (Branchini et al., 2000). Tras la comparación de diferentes sustratos de la Rp Pat (enzima PatZ en *R. palustris*) se estableció un motivo de reconocimiento para dicha enzima formado por 7 residuos, $PX_4GK$, siendo K la lisina conservada en las distintas acil-CoA sintetasas (Crosby y Escalante-Semerena, 2014). No obstante, se ha podido observar que este motivo es extensible a las enzimas PatZ de otras especies por alineamiento múltiple mediante la herramienta ClustalW (Larkin et al., 2007) de las secuencias de las proteínas sustrato de éstas.

Por consiguiente, todos estos hechos han llevado a pensar en la posibilidad de que la ruta de síntesis de la L-carnitina en *E. coli* se encuentre regulada por acetilación de Lys, actuando la proteína CaiC del operón *caiTABCDE* como diana de esta modificación post-traduccional. La proteína CaiC muestra una actividad CoA-ligasa frente a betaínas y cataliza in vivo la producción de derivados de betainil-CoA en la ruta de síntesis de la L-Carnitina en *E. coli* (Bernal et al., 2008). Esta proteína, que puede ser considerada una acil-CoA sintetasa, posee también una lisina conservada en su extremo C-terminal ubicada en un motivo $PX_4GK$, en este caso en la posición 510. Por lo tanto, CaiC es el sustrato ideal para ser regulado por acetilación de Lys. La demostración de este hecho permitiría avanzar en la comprensión de la regulación del metabolismo en procariotas, así como crear nuevas estrategias de ingeniería metabólica para una mayor producción de L-carnitina usando *E. coli*.

El objetivo primordial de este trabajo es conocer si la actividad enzimática y el estado de agregación de la proteína CaiC del operón *caiTABCDE* de la ruta de síntesis de la L-carnitina en *E. coli* están regulados por acetilación de Lys. Para alcanzar este objetivo, se plantean 4 subobjetivos que se abordan en los 4 apartados de resultados y discusión: comprobación de la acetilación y deacetilación *in vitro* de CaiC (establecer el estado de acetilación de la proteína CaiC tras el proceso de obtención y purificación, comprobar si CaiC es susceptible de ser acetilada por vía enzimática o química, y determinar si K510 puede ser acetilada); estudio del efecto de la acetilación y deacetilación *in vitro* sobre la actividad L-carnitinil-CoA sintetasa de CaiC; estudio del estado de agregación de la proteína CaiC (estudiar el estado de agregación de CaiC en estado nativo, comprobar como éste se ve afectado por acetilación de Lys o la mutación de K510, y modelar la estructura terciaria de proteína CaiC con herramientas bioinformáticas); y verificación del efecto de la mutación de la K510 en la proteína CaiC (obtener mutantes de CaiC donde K510 sea

reemplazada por otros residuos y estudiar la repercusión de dicha mutación).

Este capítulo se encuentra principalmente formado por cuatro apartados. En el siguiente apartado, que versa sobre materiales y métodos, se describen las distintas técnicas y procedimientos desarrollados. Tras ello, en el tercer apartado se describen los resultados obtenidos de esta investigación para, finalmente, apuntar las principales conclusiones en el último apartado.

## 15.2. Materiales y métodos

### 15.2.1. Cepas, medios de cultivo y vectores de expresión

Todos los reactivos utilizados al margen de los kits comerciales fueron suministrados por Sigma-Adrich. El medio de cultivo usado fue el medio complejo LB (10 g/L de triptona, 5 g/L de extracto de levadura y 5 g/L de NaCl). Los stocks de las distintas cepas (almacenados a -80ºC con glicerol al 20 % v/v), los cultivos sólidos y los precultivos se suplementaron con ampicilina a 0.1 mM. Para purificar los distintos plásmidos se trabajó con el kit GeneJET™ Plasmid Miniprep (Thermo Fisher Scientific). En la Tabla 15.1 se muestran las características de los plásmidos y las cepas usados en este trabajo y el uso que se les da.

### 15.2.2. Obtención de los mutantes CaiC K510Q y K510R por mutagénesis de sitio dirigido

La estrategia para la obtención de los mutantes de CaiC K510Q y K510R consistió en una PCR de mutagénesis en la que se amplificó el plásmido pRSET*caiC*, introduciendo la mutación deseada en el resto 510 gracias al diseño de unos *primers* o cebadores específicos. A continuación, se utilizó la enzima DPN-1+ para digerir el ADN ya presente antes de la PCR. Tanto células de la cepa *E. coli* BL21 como de la cepa *E. coli* K-12 Top10F' fueron transformadas por choque térmico a 42ºC con los nuevos plásmidos generados. Otro método llevado a cabo fue una PCR de mutagénesis en la que se amplificó el gen *caiC* con la mutación a partir del plásmido pRSET*caiC* en vez del plásmido completo (Tabla 15.2, K510Q lineal). Para este método, únicamente el *reverse primer* (cebador inverso) debe incluir la mutación, pero se trata de un proceso con mayor número de pasos pues requiere que el

Tabla 15.1: Plásmidos y cepas utilizados.

| | |
|---|---|
| pRSET A (Invitrogen) | Plásmido empleado para la clonación de *caiC* y la obtención de los mutantes de *caiC* K510Q y K510R. Cuenta con un gen de resistencia a ampicilina, un promotor T7 inducible por Isopropil-β-D-1-tiogalactopiranósido (IPTG), un sitio de multiclonación y una secuencia que codifica para un péptido fusión N-terminal *6xHist tag* (polipéptido de 6 histidinas). |
| pRSET*caiC* | Plásmido pRSET A en el que se ha insertado el gen *caiC* amplificado a partir de ADN genómico. |
| *E. coli* K-12 BW25113 | Cepa de la que proviene el ADN genómico (Grenier, Matteau, Baby, y Rodrigue, 2014). |
| *E. coli* K-12 Top10F' (Invitrogen) | Cepa desprovista de ciertas nucleasas. Usada en la preparación de células quimiocompetentes para su transformación con plásmidos modificados. |
| *E. coli* BL21 | Cepa desprovista de ciertas proteasas. Empleada para la producción de proteínas. |
| *E. coli* K-12 Top10F' CaiC | Cepa *E. coli* K-12 Top10'F transformada por choque térmico a 42ºC con el plásmido pRSET*caiC*. Utilizada para la proliferación de plásmidos con el gen *caiC* sobreexpresado. |
| *E. coli* BL21 CaiC | Cepa *E. coli* BL21 transformada por choque térmico a 42ºC con el plásmido pRSET*caiC*. Cepa usada para la producción de proteína CaiC. |

producto de PCR sea digerido e introducido nuevamente en otro plásmido. La composición, las condiciones y los *primers* usados en las distintas PCRs se exponen en la Tabla 15.2. La mutación de K510 se constató con secuenciación por el método Sanger (Sanger, Nicklen, & Coulson, 1992).

### 15.2.3. Extracción y purificación de la proteína CaiC

Partiendo de colonias aisladas de las placas, a partir de los stocks de BL21 en glicerol (*E. coli* BL21 CaiC, *E. coli* BL21 CaiCK510Q y *E. coli* BL21 CaiCK510R), se prepararon cultivos que se dejaron crecer toda una noche a 30ºC con agitación a 250 rpm. Con una densidad óptica a 600 nm entre 0,5 y 0,8, se procedió a la inducción con IPTG a una concentración final de 1 mM durante 1 hora a 37ºC con agitación a 250 rpm. Trascurrido ese tiempo, los cultivos se centrifugaron a 7147g durante 15 minutos a 4ºC, conservándose el precipitado celular o *pellet* donde se encontraban las células. Estas células se lavaron dos veces con NaCl 0,9 % y se resuspendieron en tampón de unión (50 mM $NaH_2PO_4$, pH 8, 0,5 M NaCl, imidazol 20 mM). Las células se rompieron por sonicación realizando 8 ciclos de 15s a máxima potencia con un sonicador Vibra cell sonics & materials (este proceso se realizó manteniendo en hielo la suspensión celular).

A continuación, se llevó a cabo una centrifugación a 15000g durante 15min a 4ºC descartando el *pellet* con los restos celulares y guardando el sobrenadan-

Tabla 15.2: Composición, condiciones y *primers* usados en el proceso de mutagénesis dirigida. [a]Phusion Hot Start II High-Fidelity DNA Polymerase (Thermo Fisher Scientific) [b]Herculase II Phusion DNA Polymerase (Agilent Technologies) (Concentración no especificada por la casa comercial) cFasDigest DPN-1+(Thermo Fisher Scientific)

| | **K510Q** | **K510R** | **K510Q lineal** |
|---|---|---|---|
| **Composición PCR** | | | |
| Tampón | 1X *Buffer 5x Gc* | 1X *Buffer 5xHerculase II Fusion* | 1X *Buffer 5x Gc* |
| DNTPs | 200 µM | 50 µM | 200 µM |
| *Forward primer* (cebador directo) | 1 mM | 0,25 mM | 1 µM |
| *Reverse primer* | 1 µM | 0,25 µM | 1 µM |
| Dimetilsulfoxido (DMSO) | - | 4 % | 3 % |
| ADN molde (pRSET*caiC*) | 5 % | 0,5 % | 5 % |
| ADN polimerasa | 0,02 U/µL [a] | 1 µL [b] | 0,02 U/µL [a] |
| (En los tres casos se completó con agua de biología molecular hasta alcanzar el volumen final) | | | |
| **Condiciones PCR** | | | |
| 1. Desnaturalización | 30s a 98ºC | 2min a 95ºC | 30s a 98ºC |
| 2. Desnaturalización | 10s a 98ºC | 10s a 95ºC | 10s a 98ºC |
| 3. Hibridación | 30s a 65ºC | 20s a 63ºC | 30s a 59ºC |
| 4. Elongación | 5min a 72ºC | 2min 30s a 72ºC | 2min a 72ºC |
| Repetición del paso 2 al 4 (30 veces) | | | |
| 5. Extensión | 10min a 72ºC | 3min a 72ºC | 10min a 72ºC |
| **Digestión con DPN-1+** [c] | 2 µL<br>2 horas a 37ºC + 20min a 80ºC | 2 µL<br>3 horas a 37ºC + 20min a 80ºC | - |

| ***Primers*** | | Temperatura de fusión |
|---|---|---|
| **K510Q** | Forward: 5' ATTGCTCGGGGCAGATAATTAGAAAGAATCTG 3' | 68,2°C |
| | Reverse: 3' GGTGCATTAACGAGCCCCGTCTATTAATCTTT 5' | 69,4°C |
| **K510R** | Forward: 5' ATTGCTCGGGGCGTATAATTAGAAAGAATCTG 3' | 68,2°C |
| | Reverse: 3' GGTGCATTAACGAGCCCCGCATATTAATCTTT 5' | 69,4°C |
| **K510Q lineal** | Forward: 5′ GGTGGTCTCGAGATGGATATCATTGGCGGACAACAT 3′ | 62ºC |
| | Reverse: 5′ GGTGGTAAGCTTTTATTTCAGATTCTTTCTAATTATCTGCCC 3′ | 61ºC |

[a]Phusion Hot Start II High-Fidelity DNA Polymerase (Thermo Fisher Scientific)

[b]Herculase II Phusion DNA Polymerase (Agilent Technologies) (Concentración no especificada por la casa comercial) cFasDigest DPN-1+(Thermo Fisher Scientific)

te. Este sobrenadante se purificó por cromatografía de afinidad empleando columnas con una resina con iones $Ni^{2+}$ inmovilizados (ProBondTM Purification System for His-tagged recombinant proteins, Invitrogen). Todos los tampones usados durante la cromatografía de afinidad tenían una composición de 50 mM $NaH_2PO_4$, pH 8, 0,5 M NaCl, variando en cada uno de ellos la concentración de imidazol. El extracto proteico disuelto en tampón de unión se hizo pasar por la columna (inmovilización de la proteína recombinante), y se realizaron dos lavados con tampón de lavado (imidazol 50 mM). La elución de la proteína recombinante se llevó a cabo en dos pasos empleando dos tampones distintos: tampón de elución 1 (imidazol 150 mM) y tampón de elución 2 (imidazol 250 mM). Las sales y el imidazol de las fracciones recogidas se retiraron usando unas membranas de diálisis (Pur-A-LyzerTM Maxi 6000 Dialysis Kit de Sigma-Aldrich). La proteína de interés se almacenó en el tampón de diálisis (200 mM NaCl, 50 mM tampón fosfato, 10 % v/v glicerol, pH 7,5) a -80ºC, después de haberse congelado previamente con nitrógeno líquido.

### 15.2.4. Electroforesis desnaturalizante y nativa con geles de poliacrilamida

Los geles de poliacrilamida para electroforesis desnaturalizante se prepararon con una concentración de acrilamida del 10 % v/v utilizando un kit de la casa comercial Bio-Rad, y para la electroforesis nativa se emplearon geles de poliacrilamida comerciales en gradiente (4-20 % de acrilamida) (Mini-PROTEAN® TGX$^{TM}$ Precast Gels, Bio-Rad). Los dos tipos de geles de poliacrilamida se tiñeron con el colorante azul Coomassie (PageBlueTM Protein Stain, Thermo Fisher Scientific) para la detección de proteína.

### 15.2.5. Reacciones de acetilación y deacetilación de CaiC

Se prepararon tres tipos de reacciones de acetilación: una reacción no enzimática con acetil-CoA como donador de acetilo (Acetil-CoA: 10 $\mu$M de CaiC, 1 mM de acetil-CoA), una con la acetiltransferasa PatZ de *E. coli* y utilizando acetil-CoA como dador de acetilos (PatZ+Acetil-CoA: 10 $\mu$M de CaiC, 1 mM de acetil-CoA, 180 nM de PatZ) y otra con acetil-P como donador de acetilo en ausencia de acetiltransferasas (Acetil-P: 10 $\mu$M de CaiC, 1 mM de acetil-P). Como control de la pérdida de actividad enzimática se usó una disolución que contenía únicamente CaiC en las mismas condiciones que el resto de reacciones (Control: 10 $\mu$M de CaiC). Además, se preparó

una reacción de deacetilación empleando CobB de *E. coli* junto con NAD+ (CobB: 10 $\mu$M de CaiC, 1 mM de NAD+, 180 nM de CobB). Todas las reacciones se incubaron durante 6 horas a 37ºC en agitación a 750 rpm, tomando una alícuota de cada una de ellas pasadas 2 horas desde el inicio.

### 15.2.6. Cromatografía de permeación en gel

Se utilizó un equipo HPLC (Shimadzu Scientific Instruments) con una columna de permeación en gel YarraTM 3$\mu$m SEC-300 (Phenomenex). La fase móvil usada fue tampón fosfato 50 mM pH 7, 200 mM NaCl, aplicándose un flujo de 0,5 mL/min a temperatura ambiente. El diámetro de poro del relleno de la columna es de 3 $\mu$m. Se empleó un patrón comercial (Protein Standard Mix 15-600 kDa, Sigma-Aldrich) para generar una recta patrón. Se pincharon 25 $\mu$L de muestra y 5 $\mu$L de patrón. La elución de las distintas proteínas se monitoreó registrando la absorbancia a 280 nm con un detector de diodos UVA-visible.

### 15.2.7. Ensayos de actividad L-carnitinil-CoA sintetasa

La actividad L-carnitinil-CoA sintetasa se detectó siguiendo la disminución de la absorbancia de NADH a 340 nm ($\epsilon$NADH = 6220 M -1 cm -1) (Williamson y Corkey, 1969). El AMP liberado por la actividad L-carnitinil-CoA sintetasa disparó una serie de 3 reacciones enzimáticas acopladas, lo que en último término provocó la oxidación de NADH a NAD+ (las 3 enzimas acopladas fueron mioquinasa, piruvato quinasa y lactato deshidrogenasa). Por lo tanto, el descenso de absorbancia a 340 nm se correlacionó con la cantidad de actividad L-carnitinil-CoA sintetasa presente en la mezcla de reacción. Las distintas medidas se llevaron a cabo a 37ºC en el tampón diálisis de la proteína CaiC. La mezcla de reacción contenía 3 mM de fosfoenolpiruvato (PEP), 1 mM de ditiotreitol (DTT), 2,5 mM de ATP, 5 mM de MgCl2, 1,5 mM de CoA, 0,8 mM de NADH, 5 mM de L-carnitina (disparador de la reacción), 5 U / mL de mioquinasa, 1 U/mL de piruvato quinasa y 1.5 U/L de lactato deshidrogenasa (100 $\mu$L de volumen final en cada uno de los pocillos). En estos ensayos se realizaron dos tipos de blancos: blanco del sustrato (medida de la actividad L-carnitinil-CoA sintetasa con todos los componentes de la reacción salvo la L-carnitina) y blanco de la enzima (medida de la actividad L-carnitinil-CoA sintetasa en ausencia de enzima CaiC).

### 15.2.8. Comprobación del estado de acetilación mediante Western Blot y Cromatografía Líquida-Espectrometría de Masas en tándem (LC-MS)

A partir de un gel de poliacrilamida (apartado 15.2.4), en el que se separaron las proteínas de las distintas reacciones de acetilación y deacetilación (apartado 15.2.5), se efectuó la transferencia a una membrana de PVDF. El sistema de transferencia empleado fue de tipo semiseco (Semi-Dry, Transfer Cell, Bio-Rad), con unas condiciones de 5V durante 20 minutos. El tampón de transferencia contuvo: 25 mM de Tris-Base, 192 mM de glicina, pH 8.3. Como agente de bloqueo, se usó BSA al 1 % p/v en TBST (50 mM de Tris-Base, 150 mM NaCl, Tween 20 0,05 % p/v). Las membranas se incubaron con una mezcla de TBST, BSA al 1 % y anticuerpo primario diluido 1:2000 (anticuerpo de conejo antiacetil-lisinas, de Inmunechem) durante toda una noche; y una hora con una mezcla de TBST, BSA 1 % y el anticuerpo secundario diluido 1:15000 (anticuerpo de cabra con especificidad para anticuerpos de conejo con la enzima peroxidasa de rábano picante (HRP) conjugada, de Santa Cruz). Antes y después de la incubación, con el anticuerpo secundario se realizaron varios lavados de las membranas con TBST. Finalmente, la membrana se incubó con una disolución 1:1 de luminol y de $H_2O_2$ (SuperSignal® West Femto Trial Kit, de Thermo Fisher Scientific). Las membranas se tiñeron con el colorante azul Coomassie como control de la presencia de la proteína de interés. Las reacciones del apartado 15.2.5 también se analizaron mediante LC-MS siguiendo el protocolo descrito por de Diego Puente et al. (2015).

### 15.2.9. Modelado in silico de la estructura terciaria y estado de agregación de la proteína CaiC

Para el modelado de la estructura terciaria de la proteína CaiC se utilizó servidor Phyre 2 (Kelley y Sternberg, 2009). A continuación, en base al mejor modelo propuesto por Phyre 2, se empleó el servidor ClusPro2 con el fin de simular las conformaciones el dímero, el trímero y el tetrámero de la proteína CaiC (Kozakov et al., 2013). Entre las estructuras predichas por ClusPro2, se eligieron las pertenecientes a los clusters con mayor número de miembros, dentro la opción que tenía en cuenta diferentes tipos de interacciones (hidrofóbicas, electroestáticas y de Van der Waals).

### 15.2.10. Análisis estadístico de los datos

Los análisis estadísticos se realizaron con el programa informático GraphPad Prim. Se llevó a cabo un análisis de varianza (ANOVA) unidireccional, con una prueba de Tukey a posteriori, con el objetivo de determinar la existencia de diferencias significativas entre las actividades específicas de las reacciones del apartado 15.2.5. Por otro lado, para determinar diferencias significativas entre los valores de actividad específicas de las proteínas modificadas de CaiC se aplicó una prueba t-Student. En todos los casos, Los valores de p-valor umbrales escogidos fueron de $p<0{,}05$ (*) y $p<0{,}001$(**). GraphPad Prim se utilizó también para la elaboración de las distintas gráficas expuestas en este trabajo.

## 15.3. Resultados y discusión

### 15.3.1. Comprobación de la acetilación y deacetilación *in vitro* de CaiC

Con el objeto de determinar si CaiC puede sufrir modificación post-traduccional por acetilación de Lys, se analizaron varias alícuotas de las reacciones que se detallan en el aportado 2.5 mediante Western Blot y por LC-MS (apartado 15.2.8). Con el análisis por Western Blot (Figura 15.1) se buscaba comprobar si CaiC se obtenía acetilada tras la purificación, conocer el modo en el que ésta se acetila (enzimático o químico), y si la proteína CobB es capaz de desacetilar a CaiC. Los niveles mayores de acetilación se detectaron en las calles correspondientes a “PatZ+Acetil-CoA” y “Acetil-CoA”, presentando ambas bandas una intensidad similar. La acetilación enzimática mediada por acetiltransferasas suele ser la vía predominante en bacterias (Weinert et al., 2013). A pesar de ello, la acetilación por vía química utilizando como donadores de grupos acetilo acetil-CoA y acetil-P puede ser la estrategia principal para desarrollar esta modificación post-traduccional en muchas proteínas (Weinert et al., 2013)(de Diego Puente et al., 2015).

En vista de los resultados obtenidos en el Western Blot, la acetilación de CaiC se debe mayoritariamente a la donación de grupos acetilo por acetil-CoA en ausencia de acetiltransferasas. Aunque en menor medida, en CaiC también se ha logrado ver acetilación por acetil-P. La similitud entre las calles “PatZ+Acetil-CoA” y “Acetil-CoA” no permite afirmar que PatZ ejerza su actividad acetiltransferasa sobre CaiC, ya que la acetilación observada

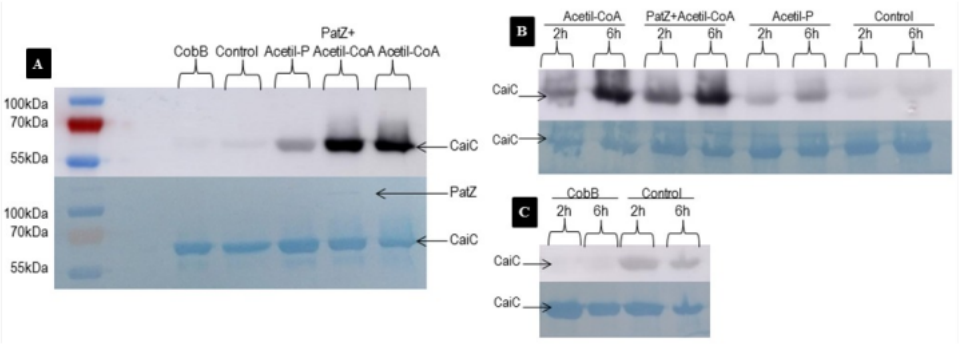


Figura 15.1: Comprobación de la acetilación y deacetilación *in vitro* de CaiC por Western Blot de las reacciones del apartado 15.2.5. A) 6 horas de incubación. B) y C) 2 y 6 horas de incubación. (La mitad superior de cada imagen muestra el nivel de acetilación y la parte inferior constata la presencia de proteína).

pudo deberse meramente a la acción química del acetil-CoA. Aparentemente, el nivel de acetilación de la proteína CaiC purificada era relativamente bajo. Además, se ha visto que la intensidad de la banda correspondiente a la reacción "CobB" es inferior que la de la reacción "Control". Este hecho pone de manifiesto que la enzima CobB junto con NAD+ puede actuar sobre CaiC. Por consiguiente, estos estudios revelan que CaiC puede ser acetilada de manera no enzimática por Acetil-CoA y Acetil-P y desacetilada por CobB.

Para la comprobación de la acetilación de la lisina 510 se utilizó, en concreto, LC-MS. Mediante esta técnica se observó acetilación en los péptidos (K)GVPGKTIFkEYFLNPk(A), (K)AFVVLNEGETLSEEEFFRFcEQNMAk(F)/ (R)FcEQNMAk(F) y (R)NcSGkIIR(K) (donde "k" es un residuo de lisina acetilado y "c" un residuo de cisteína que carbamidometiladalo), correspondientes a los residuos de lisina 381, 490 y 510 respectivamente. En el caso de K510, sólo se ha podido detectar acetilación en Lys en la reacción "Acetil-CoA". Este último dato, aunque no permite confirmar de forma concluyente la acetilación química de K510 por acetil-CoA, apoya esa posibilidad.

### 15.3.2. Efecto de la acetilación y deacetilación *in vitro* sobre la actividad L-carnitinil-CoA sintetasa de CaiC

La actividad carnitinil-CoA sintetasa se midió en las reacciones del apartado 15.2.5 por el método descrito en el apartado 15.2.7 a las 2 y las 6 horas desde el inicio de la reacción (Figura 15.2). La finalidad de este ensayo era comprobar si la acetilación o deacetilación *in vitro* de CaiC era capaz de provocar cambios en su actividad enzimática. Los datos fueron analizados estadísticamente mediante una prueba ANOVA unidireccional y una prueba Tukey (apartado 15.2.10). En estos estudios no se observaron diferencias significativas de actividad específica entre las distintas reacciones. En el mundo procariota existen numerosos ejemplos de proteínas cuya actividad enzimática se encuentra regulada por acetilación de Lys (Castaño-Cerezo et al., 2014). En acetil-CoA sintetasa de *E. coli*, esta regulación viene ejercida por la modificación post-traduccional de K609 en particular (Castaño-Cerezo, Bernal, Röhrig, Termeer, y Cánovas, 2015).

La ausencia de diferencias significativas entre las actividades enzimáticas de las distintas reacciones hace pensar que CaiC no se encuentre regulada por acetilación de Lys. Sin embargo, las diferencias de acetilación observadas entre todas las reacciones mediante Western Blot pueden deberse a alguna(s) otra(s) de las 23 lisinas de CaiC y no exclusivamente a K510. Por lo tanto, es posible que la acetilación de K510 en particular haya ocurrido exclusivamente en una fracción pequeña de proteína, siendo ésta insuficiente para apreciar cambios en la actividad enzimática. Por otro lado, PatZ media la acetilación de la lisina conservada de muchas acil-CoA sintetasas (Crosby y Escalante-Semerena, 2014). Pero en el caso de la proteína CaiC, no se ha podido comprobar que ésta sea sustrato de PatZ.

Los valores representados corresponden a los cocientes de la actividad específica de cada una de las reacciones con respecto a la actividad específica de la reacción "Control". Los datos provienen de 5 series de medidas independientes de actividad enzimática (n = 5).

### 15.3.3. Estado de agregación de la proteína CaiC

Con el objetivo de conocer cómo afecta la acetilación de Lys y la mutación de K510 al estado de agregación de la proteína CaiC, se analizaron las reacciones del apartado 15.2.5 y las proteínas modificadas obtenidas a partir de los mutantes del apartado 15.2.2 mediante electroforesis nativa (apartado 15.2.4)

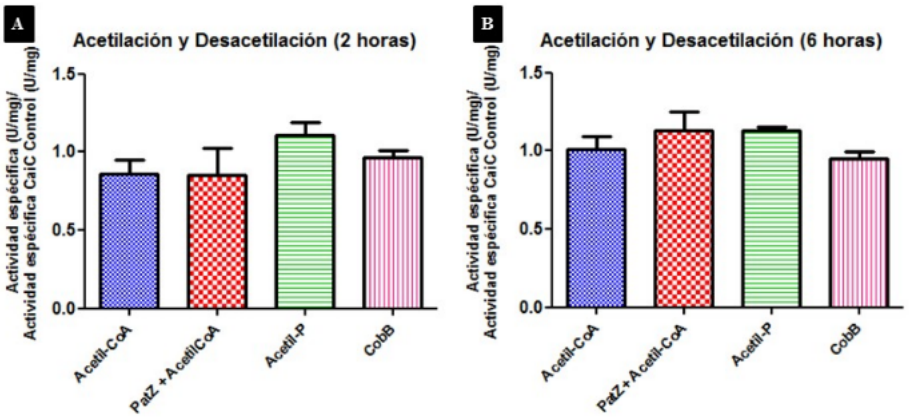


Figura 15.2: Efecto de la acetilación y deacetilación *in vitro* sobre la actividad L-carnitinil-CoA sintetasa de CaiC en las reacciones descritas en el apartado 15.2.5

y cromatografía de permeación en gel (apartado 15.2.6). En la Figura 15.3 se muestra un gel nativo en el que se puede apreciar en todos los casos una banda en torno a 240 kDa, lo que equivaldría a un tetrámero de CaiC. No obstante, las bandas de "Acetil-CoA" y "PatZ+Acetil-CoA" se hallan más desplazadas hacia abajo, abarcando aproximadamente desde 240 kDa hasta 145 kDa. Este fenómeno se ha repetido en las distintas electroforesis nativas realizadas en este trabajo. Las mismas muestras fueron analizadas por cromatografía de permeación en gel, observándose en todas ellas cromatogramas similares. Éstos se caracterizan por la presencia de dos picos correspondientes a 3,5 y 1,5 veces aproximadamente al peso molecular (PM) de CaiC (58559 Da).

Los resultados de ambas pruebas sugieren la posibilidad de que CaiC se comporte como dímero o tetrámero en condiciones nativas, y que este estado de agregación no se ve afectado por la mutación de K510 o por KAc. Sin embargo, el cociente del área del pico con mayor tiempo de retención (Pico 2) y el de menor (Pico 1) es más elevado en "Acetil-CoA" y "PatZ+Acetil-CoA" que en el resto de reacciones del apartado 15.2.5. En los cromatogramas correspondientes a las reacciones que contenían acetil-CoA el área del Pico 2 es 23,2 ± 2,2 veces el área del Pico 1, mientras en el resto de reacciones el área del Pico 2 es 13,8 ± 2,6 veces el área del Pico 1. Estos datos concuerdan con el desplazamiento observado en las calles de estas muestras en el gel nativo. Ello podría deberse a que la presencia de Acetil-CoA dificulte la formación del tetrámero, y la proporción de éste con respecto al dímero sea aún menor que en el control. En la Figura 15.3 se muestran dos de los cromatogramas

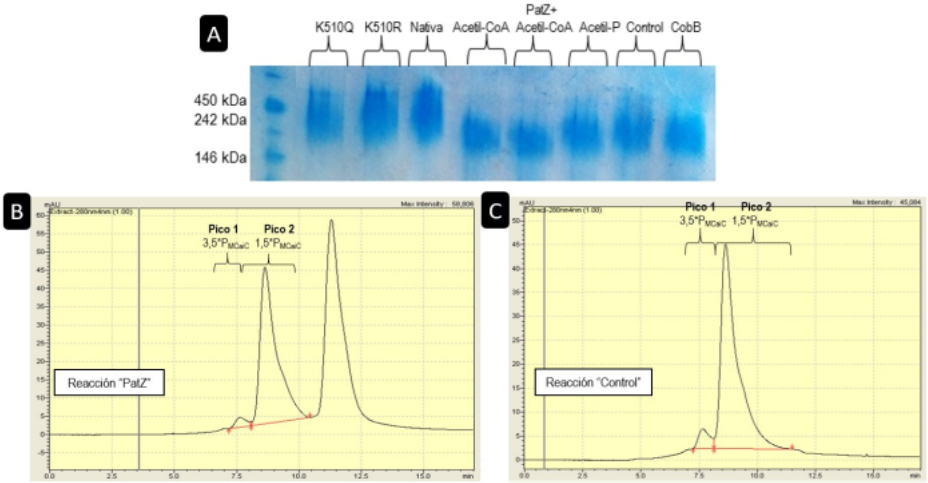


Figura 15.3: Estado de agregación de la proteína CaiC en las reacciones del apartado 15.2.5 y de las proteínas modificadas obtenidas a partir de los mutantes del apartado 15.2.2. A) Gel Nativo. B) y C) Cromatografía de permeación en gel.

obtenidos, uno de una reacción con acetil-CoA (Figura 15.3B) y otro de una reacción sin acetil-CoA (Figura 15.3C). En esta investigación se ha realizado el modelado de CaiC según se especifica en el apartado 15.2.9 Cabe destacar el hecho de que el balance de energía del modelo propuesto para el trímero es ligeramente más alta que la de los modelos del dímero y tetrámero. Esto hace apuntar nuevamente hacia la posibilidad de que CaiC se encuentre como dímero o tetrámero en estado nativo. En la Figura 15.4 se muestran los modelos propuestos con menor nivel de energía para el dímero y el tetrámero de CaiC.

### 15.3.4. Efecto de la mutación de la K510 en la proteína CaiC

Con la intención de aclarar el papel de K510, se procedió a la sustitución de este aminoácido por una glutamina (mutante K510Q) y por una arginina (mutante K510R) (apartado 15.2.2). La actividad carnitinil-CoA sintetasa de la proteína CaiC nativa y la de las proteínas modificadas originadas se midió por el método descrito en el apartado 15.2.7. (Figura 15.5). Como se puede observar en la Figura 15.5A, la actividad específica de las proteínas modificadas es considerablemente más baja que la de la proteína nativa. Ello

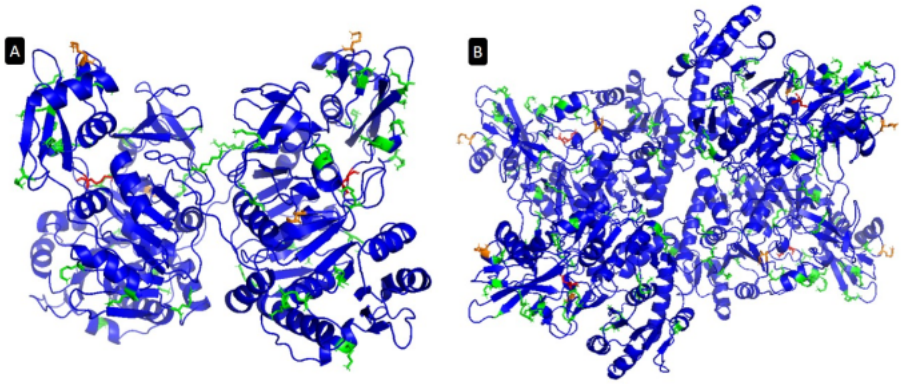


Figura 15.4: Modelado tridimensional de CaiC. A) Dímero de CaiC. B) Tetrámero de CaiC. (En verde se muestran todos los residuos de lisina de CaiC, salvo K381 y K490 que se muestran en naranja, y K510 en rojo).

demuestra que K510 es fundamental para que CaiC pueda llevar a cabo su actividad enzimática.

Los valores de las actividades específicas de las proteínas modificadas de CaiC, representadas en la Figura 15.5B, han sido analizados estadísticamente mediante una prueba t-Student (apartado 15.2.10). El resultado de este análisis revela que existen diferencias significativas (p-valor $< 0{,}001$(**)) entre las actividades específicas de las dos proteínas modificadas. La actividad específica de CaiC K510R es 57 veces inferior a la de la proteína CaiC nativa, mientras que la de CaiC K510Q es 131 veces más baja. Este fenómeno ha sido observado previamente en Luc, cuyas proteínas modificadas generadas de los mutantes K529R y K529Q muestran una actividad específica bastante menor que la proteína nativa, siendo superior la actividad específica de K529R (Branchini et al., 2000). En Luc, K529 es el residuo de lisina conservado en el dominio C-Terminal en numerosas enzimas de la superfamilia ANL de enzimas adenilantes (Gulick, 2009; Branchini et al., 2000). Por lo tanto, la presencia de una cadena lateral catiónica en estas enzimas parece jugar un papel importante en su actividad enzimática (Branchini et al., 2000).

La carga positiva que aportan la lisina y la arginina a la cadena lateral es crucial en la producción del intermedio acil-adenilato (primera reacción parcial de las acil-CoA sintetasas), puesto que interviene en la orientación del ATP y en la creación de interacciones polares necesarias para la estabilización del estado de transición que lleva a la formación de acil-adenilato (Branchini et al., 2000). Aparentemente, resulta paradójico que la sustitución de la lisina por la arginina conlleve una pérdida de actividad enzimática (Branchini et

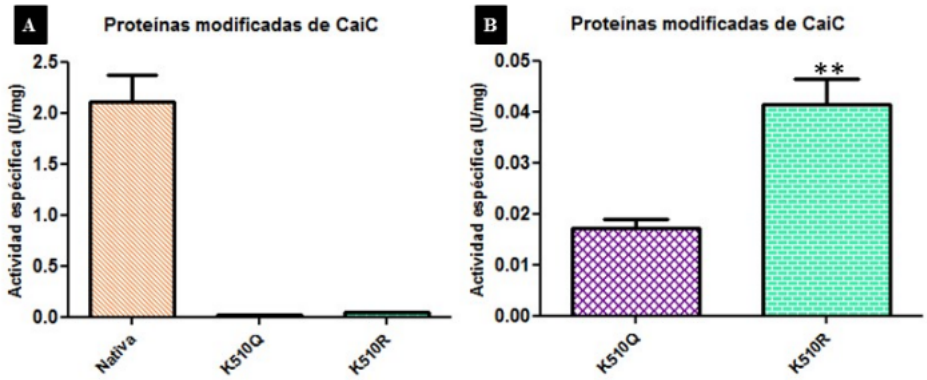


Figura 15.5: Efecto mutación K510 en actividad carnitinil-CoA sintetasa. A) Representación de la actividad específica de la proteína CaiC nativa (promedio de 5 medidas, n = 5) y de las proteínas modificadas de CaiC K510Q y K510R (promedio de 8 medidas, n = 8). B) Representación de las actividades específicas promedio de 8 medidas (n = 8) de las proteínas modificadas de CaiC.

al., 2000). Sin embargo, este hecho puede deberse a que la arginina establezca interacciones adicionales más fuertes que la lisina reduciéndose la formación del acil-adenilato (Branchini et al., 2000). En cuanto al estado de agregación, la presencia de la mutación en K510, según muestran los resultados expuestos en el apartado 15.3.3, no parece tener repercusión. Dato que nuevamente coincide con lo observado en las proteínas modificadas obtenidas de los mutantes K529R y K529Q de Luc (Branchini et al., 2000).

## 15.4. Conclusiones

En base a las pruebas realizadas en este trabajo, se ha podido comprobar que la proteína CaiC puede acetilarse químicamente por acetil-CoA y acetil-P, y desacetilarse enzimáticamente por CobB. Asimismo, K510 ha sido observada acetilada mediante LC-MS. Este hecho es una prueba de que es posible la acetilación específica de la lisina 510 de la proteína CaiC. En las pruebas llevadas a cabo no se han observado diferencias de actividad enzimática entre muestras de CaiC en distintos estados de acetilación. Por otra parte, los ensayos con las proteínas modificadas obtenidas con los mutantes generados K510Q y K510R han permitido conocer el papel transcendental que posee K510 en la actividad L-carnitinil-CoA sintetasa de CaiC. Sin embargo, esta

lisina no parece influir en la estructura terciaria ni en el estado de agregación de CaiC.

## 15.5. Referencias

Bernal, V., Arense, P., Blatz, V., Mandrand-Berthelot, M.A., Cánovas, M., & Iborra, J. L. (2008). Role of betaine:CoA ligase (CaiC) in the activation of betaines and the transfer of coenzyme A in *Escherichia coli*. Journal of Applied Microbiology, 105(1), 42–50. https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2008.03740.x

Branchini, B.R., Murtiashaw, M.H., Magyar, R.A., & Anderson, S.M. (2000). The Role of Lysine 529, a Conserved Residue of the Acyl-Adenylate-Forming Enzyme Superfamily, in Firefly Luciferase. Biochemistry, 39, 5433–5440. https://doi.org/10.1021/BI9928804

Buchet, A., Eichler, K., & Mandrand-Berthelot, M.A. (1998). Regulation of the carnitine pathway in *Escherichia coli*: investigation of the cai-fix divergent promoter region. Journal of Bacteriology, 180(10), 2599–608. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9573142.

Castaño-Cerezo, S., Bernal, V., Post, H., Fuhrer, T., Cappadona, S., Sánchez-Díaz, N. C., ... Cánovas, M. (2014). Protein acetylation affects acetate metabolism, motility and acid stress response in *Escherichia coli*. Molecular Systems Biology, 10, 762. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25518064.

Castaño-Cerezo, S., Bernal, V., Röhrig, T., Termeer, S., & Cánovas, M. (2015). Regulation of acetate metabolism in *Escherichia coli* BL21 by protein N($\epsilon$)-lysine acetylation. Applied Microbiology and Biotechnology, 99(8), 3533–3545.
https://doi.org/10.1007/s00253-014-6280-8.

Crosby, H.A., & Escalante-Semerena, J.C. (2014). The acetylation motif in AMP-forming Acyl coenzyme A synthetases contains residues critical for acetylation and recognition by the protein acetyltransferase pat of *Rhodopseudomonas palustris*. Journal of Bacteriology, 196(8), 1496–504. https://doi.org/10.1128/JB.00004-14.

Crosby, H.A., Heiniger, E.K., Harwood, C.S., & Escalante-Semerena, J.C. (2010). Reversible N epsilon-lysine acetylation regulates the activity of acyl-CoA synthetases involved in anaerobic benzoate catabolism in *Rhodopseudomonas palustris*. Molecular Microbiology, 76(4), 874–88.

https://doi.org/10.1111/j.1365-2958.2010.07127.x

De Diego Puente, T., Gallego-Jara, J., Castaño-Cerezo, S., Bernal, V., Fernández Espín, V., García de la Torre, J., ... Cánovas, M. (2015). The Protein Acetyltransferase PatZ from *Escherichia coli* Is Regulated by Autoacetylation-induced Oligomerization. The Journal of Biological Chemistry, 290(38), 23077–93. https://doi.org/10.1074/jbc.M115.649806.

Eichler, K., Buchet, A., Lemke, R., Kleber, H.P., & Mandrand-Berthelot, M.A. (1996). Identification and characterization of the caiF gene encoding a potential transcriptional activator of carnitine metabolism in *Escherichia coli*. Journal of Bacteriology, 178(5), 1248–57. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8631699.

Flanagan, J.L., Simmons, P.A., Vehige, J., Willcox, M.D.P., & Garrett, Q. (2010). Role of carnitine in disease. Nutrition & Metabolism, 7(1), 30. https://doi.org/10.1186/1743-7075-7-30.

Gardner, J.G., Grundy, F.J., Henkin, T.M., & Escalante-Semerena, J.C. (2006). Control of acetyl-coenzyme A synthetase (AcsA) activity by acetylation/deacetylation without NAD(+) involvement in Bacillus subtilis. Journal of Bacteriology, 188(15), 5460–8. https://doi.org/10.1128/JB.00215-06.

Grenier, F., Matteau, D., Baby, V., & Rodrigue, S. (2014). Complete Genome Sequence of *Escherichia coli* BW25113. Genome Announcements, 2(5), e1038–e1014. https://doi.org/10.1128/genomeA.01038-14.

Gulick, A.M. (2009). Conformational Dynamics in the Acyl-CoA Synthetases, Adenylation Domains of Non-ribosomal Peptide Synthetases, and Firefly Luciferase. ACS Chemical Biology, 4(10), 811–827. https://doi.org/10.1021/cb900156h.

Jung, H., & Kleber, H.P. (1991). Metabolism of D(+)-carnitine by *Escherichia coli*. Applied Microbiology and Biotechnology, 35(3), 393–395. https://doi.org/10.1007/BF00172731.

Kelley, L.A., & Sternberg, M.J.E. (2009). Protein structure prediction on the Web: a case study using the Phyre server. Nature Protocols, 4(3), 363–371. https://doi.org/10.1038/nprot.2009.2

Kleber, H.P. (1997). Bacterial carnitine metabolism. FEMS Microbiology Letters, 147(1), 1–9. https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.1997.tb10212.x.

Kozakov, D., Beglov, D., Bohnuud, T., Mottarella, S.E., Xia, B., Hall, D.R., & Vajda, S. (2013). How good is automated protein docking? Proteins: Structure, Function, and Bioinformatics, 81(12), 2159–2166. https://doi.org/10.1002/prot.24403.

Kramer, K. (2001). Nutraceuticals in Health and Disease Prevention. (K. Kramer, P.P. Hoppe, & L. Parcker, Eds.). Ludwigshafen, Germany.

Larkin, M.A., Blackshields, G., Brown, N.P., Chenna, R., McGettigan, P.A., McWilliam, H., ... Higgins, D. G. (2007). Clustal W and Clustal X version 2.0. Bioinformatics, 23(21), 2947–2948. https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btm404.

Obón, J.M., Maiquez, J.R., Cánovas, M., Kleber, H.P., & Iborra, J.L. (1999). High-density *Escherichia coli* cultures for continuous L(–)-carnitine production. Applied Microbiology and Biotechnology, 51(6), 760–764. https://doi.org/10.1007/s002530051459.

Pisithkul, T., Patel, N.M., & Amador-Noguez, D. (2015). Post-translational modifications as key regulators of bacterial metabolic fluxes. Current Opinion in Microbiology, 24, 29–37. https://doi.org/10.1016/j.mib.2014.12.006.

Ramakrishnan, R., Schuster, M., & Bourret, R.B. (1998). Acetylation at Lys-92 enhances signaling by the chemotaxis response regulator protein CheY. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 95(9), 4918–23. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9560203.

Sanger, F., Nicklen, S., & Coulson, A.R. (1992). DNA sequencing with chain-terminating inhibitors. 1977. Biotechnology (Reading, Mass.), 24, 104–8. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1422003.

Sharma, S., & Black, S.M. (2009). Carnitine homeostasis, mitochondrial function, and cardiovascular disease. Drug Discovery Today. Disease Mechanisms, 6(1–4), e31.

Vaz, F., & Wanders, R.J.A. (2002). Carnitine biosynthesis in mammals. Biochem. J, 361, 417–429.

Weinert, B.T., Iesmantavicius, V., Wagner, S.A., Schölz, C., Gummesson, B., Beli, P., ... Choudhary, C. (2013). Acetyl-Phosphate Is a Critical Determinant of Lysine Acetylation in *E. coli*. Molecular Cell, 51(2), 265-272. https://doi.org/10.1016/j.molcel.2013.06.003.

Williamson, J. R., & Corkey, B. E. (1969). Assays of intermediates of the citric acid cycle and related compounds by fluorometric enzyme methods (pp. 434–513). https://doi.org/10.1016/0076-6879(69)13072-4.